

DE4402319

Publication Title:

Measurement system for relative movement of oppositely movable bodies

Abstract:

One part e.g. of a telescopic damper has regions (111,111') with different magnetic properties arranged along a track (b) and monitored by Hall effect transducers (11,12) which are immovable w.r.t. the other part and produce signals (S1,S2) corresp. to variations in magnetic flux density, phase-offset from each other by 90 deg.. These signals and that of a third transducer (13) are conditioned (101) and processed (120) to produce a coarse output corresp. to the number of regions detected in passing, and a fine output corresp. to the flux variation within one region.

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 44 02 319 A 1

⑯ Int. Cl. 5:
G 01 B 7/00
G 01 P 3/50
B 60 G 17/06
F 16 F 9/14

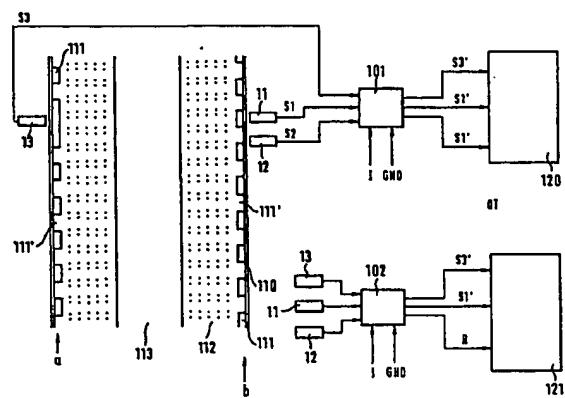
⑯ Innere Priorität: ⑯ ⑯ ⑯
30.01.93 DE 43 02 594.3

⑯ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:
Miller, Bernhard, 70439 Stuttgart, DE

⑯ Bewegungsmeßsystem für eine Einrichtung mit zwei gegenseitig verschiebbaren Körpern

⑯ Die Erfindung betrifft ein Bewegungsmeßsystem für eine Einrichtung mit zwei gegenseitig verschiebbaren Körpern (141, 147, 1100, 1101 und 145, 148, 1104) zur Erfassung von Bewegungen des ersten Körpers gegenüber dem zweiten Körper. Hierbei weist der erste Körper (141, 1101) Zonen (111, 111') auf, die unterschiedliche magnetische Eigenschaften besitzen, wobei die Zonen (111, 111') in wenigstens einer Spur (b) angeordnet sind. Wenigstens eine Sensoreinheit (11, 12) ist vorgesehen, die relativ zu dem zweiten Körper (145, 148, 1104) unbeweglich angeordnet ist und die die durch die Zonen (111, 111') der Spur (b) verursachten magnetischen Flußdichteänderungen während der Relativbewegungen der beiden Körper erfäßt und entsprechende wenigstens erste Signale (S1', S2') abgibt. Weiterhin sind Auswerteeinheiten (120) vorgesehen, mittels der zur Bildung eines Grobsignals (U_{A_1}) zur Bestimmung der relativen Verschiebung der beiden Körper die Anzahl der bei einer Relativbewegung der beiden Körper durch eine Sensoreinheit (S1', S2') erfaßten Zonen (111, 111') ermittelt wird (Inkrementale Auswertung), und zur Bildung eines Feinsignals (U_{A_2}) zur Bestimmung der relativen Verschiebung der beiden Körper der Verlauf der durch einzelne Zonen (111, 111') verursachten magnetischen Flußdichteänderungen erfaßt wird (analoge Auswertung). Die relative Verschiebung der beiden Körper wird aufgrund des Grob- und Feinsignals bestimmt.



DE 44 02 319 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08.94 408 031/435

25/35

DE 44 02 319 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Bewegungssystem für eine Einrichtung mit zwei gegenseitig verschiebbaren Körpern.

Auf dem Stand der Technik, beispielsweise aus dem Artikel "Längen und Winkel inkremental messen: Grenzen der Genauigkeit" (Zeitschrift Elektronik, 3/2. 2. 90, Seite 88) ist bekannt, Längen und Winkel auf optischem, induktivem oder magnetischem Weg zu messen. Insbesondere ist bekannt, Längen und Winkel inkremental, d. h. zählend, zu erfassen. Hierzu werden Drehgeber und Winkelmeßgeräte als Meßwertaufnehmer für Drehbewegungen und Verbindungen mit Gewindespindeln oder Zahnstangen für Messungen linearer Bewegungen verwendet.

Weiterhin ist es aus dem Stand der Technik bekannt, daß für die Ausgestaltung des Fahrwerks eines Kraftfahrzeugs leistungsfähige Aufhängungssysteme zwischen den Radeinheiten und dem Fahrzeugaufbau vorzusehen sind. Solche Aufhängungssysteme bestehen im Fall eines semiaktiven Fahrwerkregelungssystems im allgemeinen aus einer Federanordnung mit fester Federkonstanten, der einer Dämpfungseinrichtung mit verstellbarer Dämpfung parallel geschaltet ist. Solche Dämpfer mit verstellbarer Dämpfungscharakteristik können beispielsweise derart realisiert werden, daß der Dämpferkolben mit einem Drosselventil ausgestattet ist, wobei der Durchflußquerschnitt des Drosselventils veränderbar ausfällt. Dämpfer, die in ihrer Dämpfungscharakteristik verstellbar sind, werden beispielsweise in der DE-OS 33 04 815 und in der DE-OS 36 44 447 beschrieben. Bei Fahrwerkregelungssystemen wird im allgemeinen als wesentliche Eingangsgröße der Einfederweg bzw. die Einfederweggeschwindigkeit, d. h. der Abstand zwischen dem Fahrzeugaufbau und den Rädern bzw. seine zeitliche Änderung, erfaßt. Hierzu sind preiswerte und robuste Einfederweg- bzw. Einfedergeschwindigkeitssensoren nötig.

Weiterhin werden zur Ausgestaltung von Fahrdynamikregelungssystemen bzw. Lenksystemen (Vorder-/Hinterradlenksysteme) bei Kraftfahrzeugen Informationen bezüglich der Quer- und/oder Gierbewegungen benötigt. Da diese Bewegungen mittelbar oder unmittelbar mit den Lenkbewegungen des Fahrzeugs zusammenhängen, sind hierzu preiswerte und robuste Lenkwinkel- und/oder Lenkwinkelgeschwindigkeitssensoren nötig.

In dem Artikel "Drehzahlerfassung mit einem Differenz-HALL-IC" (Zeitschrift Elektronik 4/1991, Seite 86) sind Magnetfeldsensoren und Sensorauswerteschaltungen beschrieben.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung betrifft in ihrer allgemeinen Form ein System zur Messung der relativen Bewegungen zweier Körper. In möglichen Ausgestaltungen der Erfindung können die beiden Körper als Aufhängungssystem eines Kraftfahrzeugfahrwerks ausgebildet sein, wobei der eine Körper mit dem Fahrzeugaufbau und der andere Körper mit einem Rad verbunden ist. In diesem Fall werden als relative Bewegungen die oben beschriebenen Einfederbewegungen gemessen. In einer weiteren Ausgestaltung können erfindungsgemäß die Lenkbewe-

gungen bei einem Kraftfahrzeug gemessen werden, indem der eine Körper mit der Lenkwelle und der andere Körper mit dem fahrzeugfesten Lenkgehäuse verbunden ist. Weitere vorteilhafte Anwendungen der Erfindung sind in der Verwendung bei einer elektrisch oder hydraulisch betätigten Kupplungs- oder Drosselklappensteller bei Kraftfahrzeugen zu sehen. Unabhängig von der Verwendung des erfindungsgemäßen Systems hat die Erfindung den Vorteil, eine preisgünstige, robuste und genaue Bewegungsmessung zu ermöglichen. Preisgünstig ist das System vor allem deswegen, weil preiswerte Magnetfeldsensoren zum Einsatz kommen, die Robustheit des Systems ergibt sich beispielsweise daraus, daß das System relativ temperaturunempfindlich ist, die erreichbare Genauigkeit des Systems ist insbesondere deswegen hoch, weil die Sensorsignale inkremental (Grobsignale) und analog (Feinsignal) ausgewertet werden.

Erfundungsgemäß besteht das Bewegungsmeßsystem für eine Einrichtung mit zwei gegenseitig verschiebbaren Körpern zur Erfassung einer Stellposition des ersten Körpers gegenüber dem zweiten Körper daraus, daß

- der erste Körper Zonen aufweist, die unterschiedliche magnetische Eigenschaften besitzen, und

- die Zonen in wenigstens einer Spur angeordnet sind, und

- wenigstens eine Sensoreinheit vorgesehen ist, die relativ zu dem zweiten Körper unbeweglich angeordnet ist und die die durch die Zonen der Spur verursachten magnetischen Flußdichteänderungen während der Relativbewegungen der beiden Körper erfaßt und entsprechende wenigstens erste Signale abgibt, und

- Auswerteeinheiten vorgesehen sind, mittels der

- zur Bildung eines Grobsignals zur Bestimmung der relativen Verschiebung der beiden Körper die Anzahl der bei einer Relativbewegung der beiden Körper durch eine Sensoreinheit erfaßten Zonen ermittelt wird (inkrementale Auswertung), und

- zur Bildung eines Feinsignals zur Bestimmung der relativen Verschiebung der beiden Körper der Verlauf der durch einzelne Zonen verursachten magnetischen Flußdichteänderungen erfaßt wird (analoge Auswertung) und die relative Verschiebung der beiden Körper aufgrund des Grob- und Feinsignals bestimmt wird.

Die oben beschriebene Auswertung eines Fein- und Grobsignals hat den Vorteil, eine genaue und preiswerte Messung der Relativbewegung der beiden Körper zu ermöglichen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, die absolute Stellposition der beiden Körper zu erfassen, wobei hierbei

- die Zonen in wenigstens einer weiteren Spur angeordnet sind, und

- wenigstens eine Sensoreinheit vorgesehen ist, die relativ zu dem zweiten Körper unbeweglich angeordnet ist und die die durch die Zonen der weiteren Spur verursachten magnetischen Flußdichteänderungen während der Relativbewegungen der beiden Körper erfassen und entsprechende zweite Signale abgibt, und

- die Zonen in wenigstens einem Teil der weiteren, ersten Spur in unterschiedlichen Abständen zueinander und in der anderen, zweiten Spur in gleichen Abständen zueinander angeordnet sind, und
- Auswerteeinheiten vorgesehen sind, mittels der die absolute Stellposition der beiden Körper zueinander aufgrund einer Auswertung der Signale bestimmt wird.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Auswerteeinheiten derart ausgelegt sind, daß aus den ersten Signalen, die durch die Zonen der zweiten Spur verursachten magnetischen Flußdichteänderungen repräsentieren, die Anzahl der bei einer Relativbewegung der beiden Körper durch eine Sensoreinheit erfaßten Zonen ermittelt wird. Es werden also die bei einer Relativbewegung der beiden Körper an den ersten Sensormitteln vorbeigleitenden Zonen gezählt (inkrementale Auswertung). Durch die Bildung eines solchen Grobsignals erhält man eine grobe Abschätzung der relativen Verschiebung der beiden Körper zueinander. Grob deswegen, da der hierbei unvermeidliche Fehler in der Breite der einzelnen Zonen liegt.

Wertet man nun erfindungsgemäß zusätzlich den genauen Verlauf der durch die einzelnen Zonen verursachten magnetischen Flußdichteänderungen aus (analoge Erfassung, Feinsignal), so verfeinert man die oben beschriebene Grobmessung (Fehler bis zu einer Zonenbreite), da durch ein solches Feinsignal die genaue Lage der beiden Körper innerhalb einer Zone bestimmbar ist.

Hierdurch gelangt man jedoch nur zu einer genauen Angabe der relativen Verschiebung der beiden Körper, jedoch nicht zu der gewünschten absoluten Stellposition der beiden Körper zueinander. Die Ermittlung der absoluten Stellposition der beiden Körper zueinander geschieht dadurch, daß die Auswerteeinheiten derart ausgelegt sind, daß ein die Phasenlage zwischen den ersten Signalen und den zweiten Signalen repräsentierendes Phasensignal gebildet wird. Im einfachsten Fall weisen lediglich zwei Zonen der ersten Spur einen im Gegensatz zu den anderen Zonen der ersten Spur unterschiedlichen Abstand zueinander auf. Man realisiert in diesem Fall einen Bezugspunkt und die Abtastung der Zonen der ersten Spur liefert eine Bezugsmarke, also einen Bereich innerhalb der Spur, in dem die Zonen gegenüber der Zoneneinteilung der zweiten Spur einen Phasensprung aufweisen. Wird nun die Bezugsmarke erreicht und detektiert, so gelangt man mit der nachfolgenden erfindungsgemäßen genauen Erfassung der relativen Verschiebung zu einer genauen absoluten Stellposition der beiden Körper zueinander.

Die einfache Ausgestaltung der ersten Spur zur Erfassung einer Bezugsmarke hat jedoch den Nachteil, daß nach dem Start des erfindungsgemäßen Systems erst wenigstens einmal die Bezugsmarke erfaßt werden muß, um die gewünschte absolute Stellposition anzugeben. Deswegen ist in einer weiteren Ausgestaltung vorgesehen, daß sich die Phasenlage über einen weiten Bereich der Spuren ändert, wodurch sehr frühzeitig nach dem Start des Systems aus der erfaßten Phasenlage der die Zonen der Spuren repräsentierenden Signale auf die absolute Stellposition geschlossen werden kann.

Findet das erfindungsgemäße System Anwendung bei der oben beschriebenen Einfederbewegungsmessung, so enthält das System einen Zylinder, wobei in dem Zylinder ein Kolben mit einer Kolbenstange beweglich angeordnet ist. Die Kolbenstange weist dabei in ihrem

Längsverlauf mindestens zwei Zonen auf, die unterschiedliche magnetische Eigenschaften haben. Weiterhin ist wenigstens eine Sensoreinheit vorgesehen, die relativ zu dem Zylinder unbeweglich angeordnet ist, und die die unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften erfaßt. Vorzugsweise sind die zwei gegeneinander verschiebbaren Körper mit dem Aufbau und einer Radeinheit eines Kraftfahrzeugs direkt oder indirekt betriebsverbunden. Als Zylinder, Kolben und Kolbenstange ist dabei ein Dämpfer ausgebildet, der zwischen dem Fahrzeugaufbau und der Radeinheit angebracht ist.

Bei der Verwendung der Erfindung zur Einfederbewegungsmessung ergibt sich der Vorteil, daß durch die Einarbeitung der Zonen unterschiedlicher magnetischer Eigenschaften die Oberfläche der Kolbenstange unverändert bleibt. Dies bedeutet beispielsweise für einen Dämpfer, daß keine Probleme hinsichtlich der Dichtigkeit (Kolbenstangenabdichtung) auftreten. Weiterhin kann im Falle eines Dämpfers das gesamte Wegmeßsystem inklusive einer Signalaufbereitung in den Dämpfer integriert werden. Durch Abzählen der Zonen, d. h. durch Inkrementierung der die unterschiedlichen Zonen erfassenden Sensorimpulse, gelangt man zu einer hohen Genauigkeit und Auflösung des zu messenden Weges bzw. der hieraus bestimmmbaren Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeit ist dabei direkt proportional zur Frequenz der Sensorsignale.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems sind wenigstens zwei Sensoreinheiten derart angeordnet, daß diese bei einer Verschiebung der Körper die unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften zeitlich versetzt erfassen. Die Signale der Sensoreinheiten werden Auswerteeinheiten zugeführt, mittels der die durch die zwei Sensoreinheiten erfaßten ersten und zweiten Sensorsignale miteinander zur Bestimmung der relativen Bewegungsrichtung der Körper verglichen werden. In dieser Ausgestaltung liefert das erfindungsgemäße System nicht nur die Verschiebung der beiden Körper zueinander bzw. die Verschiebungsgeschwindigkeiten, sondern erfaßt auch die Bewegungsrichtungen der Körper zueinander.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Kolbenstange wenigstens zwei in ihrer Längsrichtung verlaufende Spuren (Zonenbereiche) aufweist, wobei die Spuren aus wenigstens zwei Zonen unterschiedlicher magnetischer Eigenschaften bestehen. Jeweils wenigstens eine Sensoreinheit erfaßt dabei die Zonen der Spuren. Hierdurch können Positionsmarkierungen an der Kolbenstange detektiert werden, wodurch eine Erkennung des absoluten Dämpferweges ermöglicht wird.

Zu der letztgenannten Ausgestaltung kann weiterhin vorgesehen sein, daß die die Spuren erfassenden Sensormittel erste und dritte Sensorsignale abgeben, und diese Signale dritten Auswerteeinheiten zugeführt werden. Mittels der dritten Auswerteeinheiten werden die ersten und dritten Sensorsignale zur Erfassung der absoluten Lage der beiden Körper zueinander und/oder Erfassung der bestimmungsgemäßen Funktion der Sensoreinheiten verglichen.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems, insbesondere der mechanischen Ausgestaltung der Kolbenstange, ergibt sich daran, daß die Kolbenstange aus zwei ineinandergerückten oder ineinandersteckten Rohren gebildet wird, wobei die beiden Rohre aus Materialien bestehen, die unterschiedliche magnetische Eigenschaften aufweisen. Zur Bildung der Zonen, die wie erwähnt unter-

schiedliche magnetische Eigenschaften aufweisen, kann das äußere Rohr mit einem Innengewinde und/oder das innere Rohr, das auch als Massivstab ausgebildet sein kann, mit einem Außengewinde versehen sein. Eine andere Möglichkeit sieht vor, daß das äußere Rohr an seiner Innenseite und/oder das innere Rohr an seiner Außenseite mit ringförmigen Einkerbungen versehen ist. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß eine einfache mechanische Herstellung der Kolbenstange als Weggeberstange möglich ist. Darüber hinaus bleibt die mechanische Stabilität der Kolbenstange gegenüber einer herkömmlichen nahezu unverändert.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß zur Erlangung der Spuren (Bereiche von Zonen unterschiedlicher magnetischer Eigenschaften), je nach der Ausgestaltung des Innen- und Außenrohres das Innen- und/oder das Außengewinde und/oder eine oder beide der ringförmigen Einkerbungen in der Längsrichtung der Kolbenstange eine Asymmetrie aufweist oder aufweisen. So kann beispielsweise in dem Fall, in dem das äußere Rohr mit einem Innengewinde und/oder das innere Rohr mit einem Außengewinde versehen ist, ein Gewindegang auf einer Länge von ca. 90 bis 180 Grad abgetragen werden. Beim Durchlaufen dieses Wegsegments erkennt ein entsprechend positionierter Sensor, der obenerwähnte Sensor zur Positionsmarkierungserkennung, im Zusammenhang mit den Sensoren oder dem Sensor, der das vollständige Gewinde detektiert, den Ausfall einer Zone als Positionsmarkierung.

Durch das erfindungsgemäße System bzw. durch seine Ausgestaltungen sind weiterhin folgende Vorteile zu erzielen:

- Dadurch, daß die Ausgangssignale der Sensorinheiten als analoge, sinusähnliche oder digitale Signale mit konstanter Amplitude vorliegen, gelangt man zu einer störungssicheren Übertragung der Weg- bzw. Geschwindigkeitsinformationen zwischen den beiden Körpern, beispielsweise einem Stoßdämpfer, und dem Steuergerät, das diese Informationen weiterverarbeitet.
- Bei der Ausgestaltung der Kolbenstange mit Innen- und/oder Außengewinde oder Ringen kann die Inkrementierung ein Vielfaches der Anzahl von Gewindergängen betragen. Bei Analogsignalübertragung ist die Auflösung noch höher.
- Die Wegrichtung und damit der Kraftnulldurchgang bei einem Stoßdämpfer kann direkt an der Phasenlage der Ausgangssignale der beiden die Bewegungen der Körper zeitlich versetzt erfassenden Sensoreinheiten abgelesen werden.

Weiterhin wird auch in der Ausgestaltung der Erfindung als Einfederbewegungssensor vorgesehen, daß die Zonen unterschiedlicher magnetischer Eigenschaften in der einen Spur in gleichen Abständen zueinander und in der anderen Spur in unterschiedlichen Abständen zueinander angeordnet sind. Die Spuren sind dabei in Längsrichtung der Kolbenstange angeordnet. Werden nun, wie oben beschrieben, die Zonen der Spuren sensorisch abgetastet, so kann aus der Phasenlage der Abtastsignale die absolute Lage der beiden Körper zueinander erfaßt werden.

Der erfindungsgemäße, integrierte Einfederungssensor, der den Einfederweg bzw. die Einfederweggeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeugaufbau und einer Radeinheit detektiert, kann insbesondere außerhalb

des Dämpfers in der Nähe der Kolbenstangendichtung angebracht werden.

Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Bewegungsmeßsystems besteht darin, daß die Einrichtung als Lenkwinkeldetektor bei einem Kraftfahrzeug ausgebildet ist, wobei der eine Körper, der die Spuren aufweist, mit einer Lenkwelle betriebsverbunden ist und der andere Körper als ein mit dem Fahrzeug verbundenes Lenkgehäuse ausgebildet ist.

Besonders vorteilhaft ist es bei dieser Ausgestaltung der Erfindung als Lenkwinkelmeßsystem, daß die Spuren auf einer konzentrisch um die Lenkwelle angeordneten Metallscheibe als Kreisbahnen mit unterschiedlichen Radien um die Lenkwelle verlaufen oder die Spuren auf einer konzentrisch um die Lenkwelle angeordneten Zylinderfläche verlaufen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Zeichnung

Der Fig. 1a ist schematisch ein Stoßdämpfer mit einer Kolbenstange und den Fig. 1, 2 und 2a sind verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten der Kolbenstange zu entnehmen. Die Fig. 3a und 3b stellt Signalverläufe dar, während in den Fig. 4, 5, 6, 7 und 8 Schaltungsanordnungen zur Auswertung der erfindungsgemäß erfaßten Signale zu entnehmen sind. In der Fig. 9 und 12 sind Signalverläufe zu sehen und in der Fig. 10 verschiedene Ausgestaltungen der Kolbenstange. Die Fig. 11 zeigt den schematischen Aufbau der Erfindung als Lenkwinkeldetektor und die Fig. 12 Signalverläufe.

Ausführungsbeispiele

In den im folgenden zu beschreibenden Ausführungsbeispielen wird das erfindungsgemäße System zunächst anhand der Erfassung des Einfederweges bzw. der Einfederweggeschwindigkeit an einem Stoßdämpfer eines Kraftfahrzeugs dargestellt. In einem weiteren Teil wird dann die Erfindung anhand der Erfassung eines Lenkwinkels beschrieben.

In der Fig. 1a wird zunächst modellhaft ein solcher Stoßdämpfer dargestellt. Der Stoßdämpfer befindet sich zwischen dem Fahrzeugaufbau A und der Radeinheit R. Der Dämpfer verfügt über ein äußeres Mantelrohr 142, an dem konzentrisch ein inneres Mantelrohr 143 befestigt ist. Das äußere Mantelrohr 142 ist stirnseitig durch den ersten Boden 144 und das innere Mantelrohr 143 durch den zweiten Boden 148 abgeschlossen. In der Nähe des ersten Bodens 144 befinden sich im zweiten Boden 148 Drosselstellen III und IV, durch welche ein Austausch von Fluidmitteln aus den von den Mantelröhren 142 und 143 gebildeten Ringraum C in den vom Mantelrohr 143 gebildeten Innenraum möglich ist. Das äußere Mantelrohr 142 ist durch einen Deckel 145 und das innere Mantelrohr 143 ist durch einen Deckel 146 verschlossen. Die Deckel 145 und 146 weisen zentrale Kolbenstangendurchführungen auf, durch die eine Kolbenstange 141 geführt ist, welche sich innerhalb des Dämpfers in einem Dämpfungskolben 147 fortsetzt. Durch den Dämpfungskolben 147 wird der Innenraum des inneren Mantelrohrs 143 in eine obere Arbeitskammer A und eine untere Arbeitskammer B unterteilt, wobei ein Austausch von Fluidmitteln zwischen den Arbeitskammern A und B über die Drosselstellen I und II im Kolben 147 möglich ist. Es handelt sich also um einen an sich bekannten (J. Reimpel, Fahrwerkstechnik: Stoß-

dämpfer, Vogel-Buchverlag, Würzburg) Zweirohrdämpfer. Beim Einfedern der Räder (Druckstufe) erfolgt eine Verkürzung des Dämpfers, der Kolben 147 geht herunter und ein Teil des Fluidmittels strömt aus der unteren Arbeitskammer B durch die als Ventil ausgebildeten Drosselstelle I in die obere Arbeitskammer A. Die dem eintauchendem Kolbenstangenvolumen entsprechende Fluidmittelmenge wird dabei in den Ringraum C gedrückt, und zwar durch die im zweiten Boden 148 befindliche und als Ventil ausgebildete Drosselstelle III.

Beim Ausfahren der Räder (Zugstufe) entsteht durch den hochfahrenden Kolben 147 ein Überdruck in der unteren Arbeitskammer A. Hierbei wird das Fluidmittel durch die als Ventil ausgebildete Drosselstelle II in die untere Arbeitskammer B gedrückt. Das Ausfahren der Kolbenstange 141 hat einen Fluidmittelmangel in dem Arbeitsraum A zur Folge. Diese fehlende Menge wird aus der Arbeitskammer C durch die als Ventil ausgebildete Drosselstelle IV nachgesaugt.

Legt man nun die Drosselstelle II und die Drosselstelle III derart aus, daß der Drosselquerschnitt verstellbar ist, so gelangt man zu veränderten Dämpfungseigenschaften in der Zug- (Drosselstelle II) und in der Druckstufe (Drosselstelle III).

In dem linken Teil der Fig. 1 und 2 ist ein Schnittbild der Kolbenstange 141 zu sehen. Die Kolbenstange besteht dabei aus zwei ineinandergeschraubten -gesteckten Rohren. Das äußere Rohr 110 ist dünnwandig und eventuell mit einem Innengewinde versehen. Das Innenrohr 112 besteht aus einem dickwandigen Stahlrohr oder Massivstab, um die auftretenden Quer- und Längskräfte des Dämpfers aufzunehmen. Dieses Rohr 112 besitzt ein Außengewinde oder ringförmige Einkerbungen.

Die Gewinde der ineinandergeschraubten oder -gesteckten Rohre dienen als Zahnradersatz, wobei die beiden Rohre 110 und 112 aus Stoffen mit möglichst unterschiedlicher Magnetisierung bestehen. Das äußere Rohr 110 kann beispielsweise paramagnetische, das innere Rohr 112 weichmagnetische Eigenschaften aufweisen.

Die Kolbenstange 141 ist somit also in ihrem Längsverlauf in Zonen 111, 111' unterschiedlicher magnetischer Eigenschaften unterteilt. Auf die Gewinde der Rohre 110 und 112 kann eventuell vor der Montage ein dünnflüssiger Lack oder Harz aufgetragen werden, welcher anschließend aushärtet. Dadurch wird eine Leckage des Dämpferöls durch das Gewinde verhindert, sowie eine bessere mechanische Stabilität erreicht.

Unter Umständen genügt es aber, nur eines der beiden Rohre 110 oder 112 mit einem Gewinde zu versehen. Dies hat folgende Vorteile:

- Bei der Herstellung des Außenrohrs, beispielsweise aus V2A, ist hierbei kein Schneiden des Innengewindes notwendig (einfachere Herstellung).
- Einfachere Montage.
- Es ist eine bessere Passung zwischen beiden Rohren gegeben, da kein typisches Gewinde notwendig ist.

Die Sensoren S1, S2 und S3 sowie die Signalauflaufbereitungselektronik 101 und 102 können beispielsweise als ringförmige Platine um die Kolbenstangenführung angebracht und eventuell eingegossen werden. Die dadurch notwendige Bauhöhe wird durch die Verringerung der Bauhöhe des Kolbens kompensiert, da ein im Kolben angebrachter Sensor nicht nötig ist.

Als Sensoren S1, S2 und S3 können dabei Differenz-

Hall-Sensoren (ZahnradSENSOREN) verwendet werden, die aus dem Stand der Technik bekannt sind.

Aus der auf der linken Seite der Fig. 1 und 2 zu sehenden Anordnungen der Kolbenstange ergeben sich an der Kolbenstangenoberfläche verschiedene Zonen 111, 111' mit unterschiedlich magnetischen Eigenschaften. Zur Erfassung dieser unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften sind neben den Hall-Sensoren ein Magnetfeld nötig. Zur Erzeugung des Magnetfeldes wird ein Dauermagnet auf der Rückseite des Sensor-ICs angebracht.

Wird nun eine wie oben beschriebene Kolbenstange längs an den Hall-Sensoren vorbeigeführt, so ändert sich die gemessene magnetische Flußdichte in Abhängigkeit des dicht unter der Oberfläche der Kolbenstange angebrachten Gewindes. Es entsteht eine dem Gewindesteigung annähernd proportionale Sensorwechselspannung.

Hierbei sind zwei Hall-Sensoren 11 und 12 derart angebracht, daß das Ausgangssignal des zweiten Sensors 12 gegenüber dem Signal des ersten Sensors 11 um beispielsweise 90 Grad zeitlich versetzt ist. Damit läßt sich die Bewegungsrichtung der Kolbenstange erkennen. Der 90-Grad-Versatz der Ausgangssignale S1 und S2 der Sensoren 11 und 12 kann sowohl durch senkrechtes als auch durch waagerechtes, um 90 Grad versetztes Anbringen (Ausnutzen der Gewindesteigung) der beiden Sensoren 11 und 12 erfolgen.

Die Sensorsignale S1 und S2 und das noch zu beschreibende Sensorsignal S3 werden in den Einheiten 101 bzw. 102 zu den Signalen S1', S2' und S3' bearbeitet und den weiteren Auswerteeinheiten 120 bzw. 121 zugeführt. Weiterhin wird über die Sensorsignalauflaufbereitung 101 und 102 den Sensoren ihre Stromversorgung (I) und die Erdung (GND) zugeführt.

In der Fig. 2a ist im linken Teil eine Ausgestaltung der Kolbenstange zu sehen, bei der die Zonen der Spur b äquidistant (mit gleichen Abständen zueinander) angeordnet sind und die Zonen der Spur a in dem unteren Teil äquidistant und in dem oberen Teil mit nach oben hin abnehmenden Abstand angeordnet sind. Die Vorteile, die sich aus dieser Ausgestaltung ergeben, werden anhand der in der Fig. 9 dargestellten Signalverläufe erklärt.

Anhand der Fig. 3a und 3b soll nun gezeigt werden, daß durch die Auswertung der Ausgangssignale S1 und S2 der Sensoren 11 und 12, bzw. durch die Auswertung der aufbereiteten Signale S1' und S2', die Bewegungsrichtung der Kolbenstange erfaßt werden kann.

In der Fig. 3a sind hierzu die Signalverläufe S1 und S2 für einen ausfahrenden Dämpferkolben aufgezeigt. Die Sensorsignale S1 und S2 repräsentieren dabei die Zonen unterschiedlicher magnetischer Eigenschaften der Kolbenstange. Ordnet man nun den zwei Niveaus der Signale S1 und S2 jeweils die binären Werte 0 ("Low") und 1 ("High"), so gelangt man zu den binären Signalen BIN1 und BIN2, wobei BIN1 und BIN2 ein zweistelliges Binärwert darstellen können.

Vergleicht man nun in einem nächsten Schritt diese binären Signale BIN1 und BIN2, so gelangt man zu dem Signal V. Das Signal V ist dabei der den Signalen BIN1 und BIN2 entsprechende Dezimalwert. Das Signal V nimmt dabei den Wert 0 immer dann ein, wenn die Signale BIN1 und BIN2 jeweils gleichzeitig den Wert 0 haben. Weiterhin hat das Signal V den Wert 1, immer dann wenn das Signal BIN1 den Wert 0 und das Signal BIN2 den Wert 1 aufweist. Der Wert V = 2 wird dann eingestellt, wenn das Signal BIN1 den Wert 1 und das

Signal BIN2 den Wert 0 hat, während das Signal V = 3 dann eingestellt wird, wenn beide Signale BIN1 und BIN2 den Wert 1 aufweisen. Vergleicht man das Muster des Signals V der Fig. 3a (Signalverlauf für ausfahrende Dämpfer) und den Verlauf des Signals V in der Fig. 3b (Signalverlauf des einfahrenden Dämpfers), so erkennt man aus der Folge der Werte für V, daß durch die 90-Grad-Versetzung der Signale der beiden Sensoren 11 und 12 eine eindeutige Bewegungsrichtungserkennung ermöglicht wird. Durch eine entsprechende Auswertung des Signals V gelangt man also zu einem zweistufigen Signal R, das angibt, ob die Kolbenstange in den Dämpferzylinder einfährt oder ausfährt. Dies kann in einer Ausgestaltung der Erfindung in den Einheiten 102 (Fig. 1 und 2, unten rechts) geschehen.

Ein dritter Sensor 13 mit dem Ausgangssignal S3 kann schließlich zur Erkennung einer oder mehrerer absoluter Positionsmarkierungen des Dämpferweges benutzt werden.

Dies kann beispielsweise erreicht werden, indem in der Mitte des Gewindes (Soll-Niveau-Lage) ein Gewindegang auf einer Länge von ca. 90 bis 100 Grad abgetragen wird. Beim Durchlaufen dieses Wegsegments erkennt dieser Sensor 13 im Zusammenhang mit dem Signal der Sensoren 11 oder 12 den Ausfall einer Zone (abgetragener Gewindegang). Der Sensor 13 ist dabei so plaziert, daß nur er diesen Gewindegangausfall detektiert (beispielsweise kann der Sensor 13 an der, der Sensoren 11 und 12 gegenüberliegenden Kolbenstangenseite angebracht sein).

Im linken Teil der Fig. 1 ist beispielsweise das Fehlen eines Gewindeganges im Bereich des Sensors 13 zu sehen. Durch eine solche Anordnung gelangt man zu einer Kolbenstangenausgestaltung, die bezüglich ihrer Zonen unterschiedlicher magnetischer Eigenschaften in Längsrichtung eine Asymmetrie aufweist. Man gelangt also zu zwei unterschiedlichen in Längsrichtung der Kolbenstange verlaufenden Zonenbereiche bzw. Spuren a und b, die aus den Zonen 111 und 111' bestehen. Die Zonen 111 und 111' der Spuren a und b detektieren dabei die Sensoren 11 und 12 (Spur b) und der Sensor 13 (Spur a).

Die Signalaufbereitung kann erfolgen, indem beispielsweise die Sensoren 11 und 13 so angebracht sind, daß sie ein gleichphasiges Ausgangssignal liefern. Subtrahiert man nun diese beiden Sensorsignale S1 und S3 voneinander, so erhält man nur bei Durchlaufen des fehlenden Gewindegangs ein Ausgangssignal. Solch eine Subtraktion kann beispielsweise in den Einheiten 101 und 102 geschehen, so daß als Ausgangssignal S3' nur dann einen Wert ausgegeben wird, wenn die Positionsmarke erkannt wird.

Während im linken Teil der Fig. 1 das Fehlen eines Gewindegangs dargestellt ist, ist in der Fig. 2 im linken Teil eine weitere Ausgestaltung zu sehen. Durch das Weglassen nur eines Gewindegangteiles (Fig. 1) kann es bei einem Fahrzeug mit Niveauregulierung zu Initialisierungsproblemen kommen. Bei einem solchen System erkennt man nach einem Start des Fahrzeugs zunächst nicht, ob sich der Dämpfer oberhalb oder unterhalb der Positionsmarke befindet. Dies kann dadurch gelöst werden, daß für den Sensor 13 an der Stelle der Soll-Niveau-Lage ein sinngemäßer Übergang von "High" nach "Low" stattfindet. Somit kann sofort nach Starten des Fahrzeugs erkannt werden, ob sich das Fahrzeug ober- oder unterhalb der Soll-Niveau-Lage befindet. Nun kann, beispielsweise mit einer aktiven Niveauregelungsanlage, mit einer vorzugebenden Geschwindigkeit begonnen werden, die Einfederung des Fahrzeugs in Rich-

tung der Soll-Niveau-Lage zu verändern. Die Geschwindigkeit der Niveauverschiebung kann bereits mittels der Sensoren 11 und 12 gemessen werden. Bei Durchlaufen der Soll-Niveau-Lage erkennt der Sensor 13 den Übergang und justiert die Auswerteschaltung, indem er beispielsweise einen Inkrementalzähler entsprechend der Soll-Niveau-Lage setzt.

Subtrahiert man die beiden Sensorsignale S1 und/oder S2 von dem Sensorsignal S3, so erhält man bei diesem Ausführungsbeispiel beim Durchlaufen des fehlenden Gewindegangsbereichs (oberer Teil der Kolbenstange in der Fig. 2) eine Ausgangssignaländerung. Als Subtraktionsergebnis erhält man nur im Bereich der fehlenden Gewindegänge ein Rechtecksignal.

Die mechanische Ausführung dieses Ausführungsbeispiels kann beispielsweise derart geschehen, daß das Gewinde an der Lauflinie des dritten Sensors 13 bis zur Hälfte (von oben oder unten kommend bis zur Soll-Niveau-Lage) abgefräst wird. Eventuell kann die untere Hälfte auch ohne Gewinde ausgeführt sein (Vollmaterial). Zur mechanischen Stabilisierung kann gegebenenfalls das abgefräste Gewindeteil mit V2A Stahl oder mit Harz ausgefüllt werden.

Bei diesem Ausführungsbeispiel kann ein Ausfall des Sensors 13 ebenfalls erkannt werden, wenn die Niveau Regelung in der Startphase des Fahrzeugs den Übergang bei der Soll-Niveau-Lage nicht findet, bis zum Anschlag regelt, den Anschlag erkennt und dann die Auswerteschaltung entsprechend informiert (Lagezähler rücksetzen). Die Sensoren 11 und 12 können sich gegenseitig überwachen. Somit kann bei Ausfall nur eines Sensors trotzdem die Soll-Niveau-Lage erkannt werden.

Im folgenden soll nun auf die schon obenerwähnte digitale inkrementale Auswertung der Sensorsignale S1, S2 und S3 detailliert eingegangen werden.

Solche digitalen, inkrementalen Meßverfahren sind bekannt für ihre genaue und driftfreie Wegmessung. Einer ihrer Nachteile ist jedoch ihre mangelhafte absolute Wegerkennung zu Beginn der Messungen. Erst nachdem die sogenannte Bezugsmarke (detektiert durch Sensor 13) durchlaufen ist, beginnt das System eine absolute Wegposition auszugeben.

Im folgenden wird nun am Beispiel der Wegmessung eines Stoßdämpfers beschrieben, wie man zu einem wesentlich früheren Zeitpunkt eine absolute Wegposition erkennen kann.

In der oben beschriebenen und in der Fig. 2 dargestellten Ausführungsform der Kolbenstange wird, wie beschrieben, der Wegbereich unterhalb der im Bereich des Sensors 13 angebrachten Markierung als "Low"-Signal, der Bereich oberhalb der Markierung als "High"-Signal erkannt. Somit kann in Fahrzeugen mit einer aktiven Niveau-Regelung sofort nach dem Starten das Fahrzeogniveau in die gewünschte Position gebracht werden. Für solche Fahrzeuge ist eine Anordnung nach Fig. 2 ausreichend. Für Fahrzeuge ohne aktive Niveau-Regelung bleibt jedoch abzuwarten, bis diese Null-Marke nach dem Start im Fahrbetrieb zufällig durchlaufen wird, um eine absolute Wegpositionsangabe zu erlangen.

Mit den im folgenden beschriebenen Schaltungen gelangt man zu einem inkrementalen Wegmeßsystem eines Stoßdämpfers, mit dem zu einem sehr frühen Zeitpunkt nach dem Start des Fahrzeugs (je nach Zoneneinteilung maximal nach 2,8 mm) eine absolute Wegposition zu erlangen ist.

Die Fig. 4 zeigt anhand eines Blockschaltbildes die

benötigte Elektronik. Diese Elektronik ist vorzugsweise im Stoßdämpfer integriert. Die Fig. 5 und 6 stellen weitergehende Auswertestellungen dar, und die Fig. 7 und 8 zeigen Auswerteschaltungen mittels eines Mikroprozessors. In der Fig. 9 sind schließlich typische Signalverläufe der Ausgangsspannungen der Sensoren 11, 12 und 13 sowie der Auswerteschaltungen beim Messen des Einfederweges dargestellt.

In der Fig. 4 sind die Sensoren bzw. die Sensorsignalaufbereitung zu sehen. In dem Block 41 sind die beiden Sensoren 11 und 12 als Brückenschaltungen (R1, R2, R3, R4), die durch die Betriebsspannung Ub versorgt werden. Der Sensor 13 ist in den Einheiten 42 der Fig. 4 ebenfalls als Brückenschaltung (R7, R8, R9, R10) mit der zugeführten Betriebsspannung UB zu sehen.

Die abgegriffenen Spannungssignale der dritten Schaltungen werden den Differenzverstärkern 410, 411 und 412 zugeführt. Ausgangsseitig der Differenzverstärker 410 und 411 liegen dann die zur inkrementalen Wegaufnahme benötigten Signale S1' und S2', die bei einem festen Zonenabstand von beispielsweise 2,8 mm bereits zwei um 90 Grad versetzte analoge Ausgangssignale darstellen. Hierbei ist es möglich, die beiden Sensoren 11 und 12 (Brückenschaltungen in Einheit 41) als einen einzigen Sensor auszubilden, wenn man von der Vollbrückenschaltung abgeht und die beiden auf dem Chip räumlich um ca. 0,7 mm auseinanderliegenden Halbbrücken verwendet ($4 \times 0,7 \text{ mm} = 2,8 \text{ mm}$ Zonenabstand). Der Sensor 13 (Brückenschaltung in Einheiten 42) ist als Vollbrücken-Hall-Sensor eingesetzt und dient zur Auswertung der Bezugsmarken-Signale. Die Sensorsignale werden verstärkt, eventuell temperaturkompensiert und als analoge sinusförmige Signale ausgegeben.

In der weiteren Auswerteschaltung (Fig. 5 und 6) wird unter anderem eine phasenabhängige schnelle Niveaurekennung durchgeführt. Dabei werden mit Hilfe eines Komparators 519 bzw. 619 die Schnittpunkte der beiden Eingangssignale ($U_{E1} = S1'$, $U_{E2} = S2'$) ermittelt und mit Hilfe eines Monoflops (520, 620) und eines Gatters (621) ein Sampleimpuls während einer der beiden Schnittpunkte erzeugt. Dieser Sampleimpuls steuert den Schalter (616), so daß am Kondensator (617) und Impedanzwandler (618) der momentane Wert von U_{E3} festgehalten wird.

Da der Schnittpunkt der um 90 Grad versetzten Eingangssignale S1' und S2' der Sensoren 11 und 12 sehr phasenstabil ist, sowie der Sensor 13 eine sehr temperaturstabile Signalaufbereitung darstellt, kann mit dieser Schaltungsanordnung eine gut auswertbare Phasenmessung zwischen den beiden Zahnrägen vorgenommen werden. In der Fig. 9 sind in einer zeitlichen Darstellung die Verläufe der Sensorsignale U_{E1} (S1'), U_{E2} (S2') und U_{E3} (S3') dargestellt, die den Zonenbereich 1 (Spur b, die durch die Sensoren 11 und 12 abgetastet wird) und den Zonenbereich 2 (Spur a, die durch den Sensor 13 abgetastet wird) abtasten. Im oberen Bereich der Fig. 9 sind also die zeitlich um 90 Grad versetzten Signale S1' und S2' der Sensoren 11 und 12 gezeigt. Der Zonenabstand, d. h. der Zahnrägenabstand, beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 2,8 mm. Über den ganzen Längsbereich der Zahnrägen sind die durch die Sensoren 11 und 12 abgetasteten Zonen im gleichen Abstand (2,8 mm) angeordnet. Wie in der Fig. 2a zu sehen ist, sind im Gegensatz hierzu die Zonen, die der Sensor 13 abtastet, in dem einen Bereich (im unteren Bereich der Zahnrägen) bis zu einer Markierung, die das Soll-Niveau repräsentiert, ebenfalls in gleichen Abständen angeordnet. Die

Phasenlage der Signale S1', S2' und S3' sind in diesem Bereich gleich, d. h. das Phasensignal U_{A3} weist in diesem Bereich einen konstanten Pegel auf. Deutlich sichtbar ist der Phasen- und Amplitudensprung U_{A3} bei Durchlaufen des Soll-Niveaus. In der durch den Sensor 13 abgetasteten Spur sind die Zonen, die jenseits des Soll-Niveaus liegen (im oberen Bereich der Zahnrägen), mit unterschiedlichen Abständen voneinander angeordnet. In dem von der Fig. 9 bzw. 2a dargestellten Ausführungsbeispiel sind in diesem Bereich der Zonen insgesamt 5 Zonen mit unterschiedlichen Abständen angeordnet. Hierdurch kommt es zu einer Phasenverschiebung zwischen den Signalen S1' und S2' einerseits und dem Signal S3' andererseits. Dies erkennt man an dem Phasensignal U_{A3} , das in diesem Ausführungsbeispiel 5 Stufen aufweist. Ein dritter, in der Fig. 2a nicht mehr dargestellter Zonenbereich mit zonengleichen Abstand schließt sich hieran an, wodurch wieder eine feste Phasenlage der Signale S1', S2' und S3' erreicht wird (rechter Teil der Fig. 9).

Der Amplitudensprung bei Erreichen der Soll-Niveaulage wird mit Hilfe des Komparators (622) und der Reset-Logik (614) ausgewertet und setzt den Zähler (69) zurück. Der "Power on reset" setzt nach dem Start des Fahrzeugs den V/R Zähler (69) und das Statusbit der "Erstnulldurchgangserkennung" zurück. Der erste nach dem Start des Fahrzeugs erfolgte Null-Niveau-Durchlauf erzeugt einen Reset des Zählers und setzt ein Statusbit. Dieses Statusbit kann mit Hilfe des Analogumschalters (612) vom Mikroprozessor aus jederzeit gelesen werden.

Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung Ub steht also spätestens nach einer Wegänderung von 2,8 mm (Abstand der Zonen im Bereich der Sensoren 11 und 12) das analoge Phasensignal U_{A3} zur Verfügung. Dieses Phasensignal kann als Vorabinformation ausgewertet werden, bis das ebenfalls überwachbare Statusbit den ersten Null-Niveau-Durchlauf meldet. Um eine bessere Auflösung des analogen Phasensignals zu erreichen, ist es sinnvoll, den Wegbereich, in dem eine kontinuierliche Phasenverschiebung stattfindet, beispielsweise auf den typischen beladungsabhängigen Einfederweg zu begrenzen.

Zur absoluten Wegerkennung soll im folgenden zusammenfassend die Funktionsweise der Erfindung diesbezüglich noch einmal beschrieben werden.

Geht man davon aus, daß das erfundungsgemäß Wegmeßsystem zur Erfassung des Einfederweges zu einer Fahrwerkregelung benutzt wird, so gelangt man durch die Erfassung der Sensorsignale S1 und S2 zu der Information, ob der Dämpfer sich in der Zug- oder Druckstufe befindet und welche Einfedergeschwindigkeit vorliegt. Nach dem Einschalten des Systems (Start des Fahrzeugs) fehlt jedoch der absolute Bezug, d. h. die Information, welches Niveau an dem jeweiligen Dämpfer eingestellt ist. Bei der oben beschriebenen Ausführungsform der Erfindung geht es nun darum, möglichst schnell nach dem Einschalten des Systems einen absoluten Bezug zu bekommen. Diesen absoluten Bezugspunkt erhält man dadurch, daß zwischen den Ausgangssignalen der Sensoren 11 und 12 und dem Sensor zur Bezugsmarkenerkennung 13 ein Phasensprung stattfindet. Zur Erkennung dieses Phasensprungs muß jedoch die Soll-Niveau-Lage erreicht werden.

Betrachtet man nun beispielsweise den Fall, daß das Fahrzeug vor seinem Start beladen wurde, so dauert es bei Fahrzeugen, die keine aktive Niveauregulierung aufweisen, unter Umständen sehr lange bis das Soll-Ni-

veau, d. h. der Phasensprung, erreicht wird. Erst wenn das beladene Fahrzeug beispielsweise eine größere Fahrbahnunebenheit durchfährt, sind die Einfederbewegungen derart, daß das Soll-Niveau erreicht wird. Um aber bei solchen Fahrzeugen ohne aktive Niveau-Regulierung möglichst schnell ein absolutes Wegsignal zu erhalten, wird die durch den Sensor 13 erfaßte Zahnhilfe (Zoneneinteilung) unterhalb des Soll-Niveaus derart ausgelegt, daß die Zähne bzw. Zonen unterschiedlicher magnetischer Eigenschaften unterschiedliche Abstände aufweisen. Diese unterschiedlichen Abstände des Zonenbereichs, der von dem Sensor 13 erfaßt wird, bewirkt nun aber eine unterschiedliche Phasenlage der Signale der Sensoren 11 und 12 zu den Signalen des Sensors 13. Durch Erfassung der Phasenlage (Phasensignal U_{A3}) gelangt man in den Bereich unterhalb des Soll-Niveaus schon nach kürzester Zeit zu einer ungefähren Abschätzung der absoluten Wegposition. Befindet sich das Fahrzeug beispielsweise im unbeladenen Zustand oberhalb des Soll-Niveaus, so kann man durch das Phasensignal U_{A3} in diesem Ausführungsbeispiel lediglich erkennen, daß sich das Fahrzeug oberhalb des Soll-Niveaus befindet. In diesem Fall ist erst eine absolute Wegerfassung durch Durchschreiten des Soll-Niveaus zu erlangen. Ebenso ist in dem in der Fig. 9 dargestellten Ausführungsbeispiel ein Bereich weit unterhalb des Soll-Niveaus vorgesehen, in dem die Zoneneinteilung wiederum durch gleiche Abstände untereinander gekennzeichnet ist. In diesem Bereich ist die Phasenlage der Signale S_1' , S_2' und S_3' zwar wieder konstant ($3/4 U_b$), weist jedoch einen anderen Wert als die Phasenlage im Bereich oberhalb des Soll-Niveaus auf.

Anhand der Fig. 5, 6 und 9 soll nun im folgenden die erfundungsgemäße Auswertung der Signale zur Ermittlung des Einfederweges dargestellt werden.

Den Kern der inkrementalen Grobmessung bildet dabei ein Vor/Rückwärts-Zähler (69) mit einem nachgeschalteten Digital-Analog-Umsetzer (610), an dessen Ausgang eine grobe, alle 2,8 mm inkrementierende Analogspannung (U_{A1}) anliegt. Durch die grobe Auflösung (beispielsweise 7 Bit) kann der Analogwert von einem Mikroprozessor fehlerfrei eingelesen werden. Der Verlauf des Signals U_{A1} insbesondere seine Abhängigkeit von den Signalen S_1' , S_2' ist im unteren Teil der Fig. 9 zu sehen. Man gelangt so zu dem treppenförmig verlaufenden Signal U_{A1} , das als Grobsignal für die Weg- und/oder Geschwindigkeitsmessung dienen kann. Als Grobmessung des Einfederwegs erkennt man also, wieviele der Zonen erfaßt wurden.

Als Fein-Signal zur Erkennung in welchem Bereich der jeweils gezählten Zone sich das System befindet, dient eines der Analogsignale S_1' oder S_2' . Um eine bessere Auswertung der Analogsignale durch die Auswerteschaltung bzw. durch den Mikroprozessor zu erreichen, kann dieses sinusförmige Signal S_1' oder S_2' beispielsweise durch Invertierung (66) der abfallenden Sinushälften in eine Art Rampensignal verwandelt werden. Auf diese Weise gelangt man zu dem in der Fig. 9 dargestellten Feinsignal U_{A2} . In dem in der Fig. 9 zu sehenden Beispiel wird in oben beschriebener Weise das Signal S_1' ausgewertet. Als Umschaltkriterium für das Feinsignal U_{A2} dient dabei das mit Hilfe des Komparators (63) digitalisierte Eingangssignal S_2' . Um mit nur einem Analogausgangssignal auszukommen, kann mit Hilfe der Analogschalter (64, 65, 611) zwischen den vier Dämpfern des Fahrzeugs sowie mit Hilfe des Analogschalters (612) zwischen Grob-, Fein-, Phasen- und Sta-tussignal umgeschaltet werden.

Ist einer der Sensoren 11 oder 12 nicht als Vollbrückenschaltung ausgebildet, kann es systembedingt zu größeren temperaturabhängigen Offset- und Verstärkungsdrifterscheinungen kommen. Diese Drifterscheinungen können mit Hilfe von Temperatursensoren an den Differenzverstärkern (410, 411, 412 in der Fig. 4) kompensiert werden oder durch eine zusätzliche Vollbrückenauswertung der Sensoren 11 und 12, wie in gestrichelter Linienführung in der Fig. 4/Einheit 409 zu sehen ist, für die Mikroprozessor-Auswertung. Durch diese Vollbrückenauswertung ist, insbesondere im Falle einer Auswertung durch einen Mikroprozessor, eine bessere Phasenauswertung bezüglich S_3' möglich.

Will man aber für ein feineres Wegsignal die Auflösung des Analogsignals erhöhen, so kann es trotz der obengenannten Temperaturkorrekturen zu temperaturabhängigen Meßfehlern kommen. Hierzu ist in der Fig. 5 eine selbstregelnde Korrektur von Offset und Verstärkungen dargestellt.

Da die temperaturabhängigen Signale S_1' und S_2' sich in gleicher Weise verändern, bleibt der phasenbezogene Schnittpunkt dieser beiden Signale und auch die entsprechenden Signalformen stabil. Mit Hilfe des Komparators (519) und des nachgeschalteten Monoflops (520) erhält man an dessen Schnittpunkten einen Sampleimpuls. Mit Hilfe von Schaltern (523, 524) und Haltekondensatoren können die beiden Schnittpunktwerte in den Impedanzwandlern (525 und 526) gespeichert werden. Am Mittelpunkt der beiden Widerstände (R) liegt der genaue Nulldurchgang der beiden Signale statisch an. Mit Hilfe eines Differenzverstärkers (527) kann der Offset-Drift somit vom Nutzsignal subtrahiert werden. Die Differenz der beiden Schnittpunkte stellt außerdem eine Art Sollsignal-Amplitude dar. Mit Hilfe eines Differenzverstärkers (528) und eines steuerbaren Verstärkers (529) kann der Verstärkungsdrift korrigiert werden.

Dieses obengenannte Verfahren bedeutet zwar einen Zusatzaufwand an Bauelementen, macht jedoch jeglichen Abgleich bei der Sensorsignalaufbereitung (Fig. 4) sowie der Signalauswertung (Fig. 5 und 6) überflüssig.

Dies kann sich besonders vorteilhaft bei einer Integration der kompletten Auswerteschaltung in einem speziellen IC auswirken, da hier keine hochwertigen und kritischen Bauteile verwendet werden. Ein solcher IC könnte bei einer Pinzahl von 20 alle 4 Stoßdämpfersignale gleichzeitig aufbereiten.

Eine aus Kosten- und Komfortgründen ebenfalls interessante Lösung stellt die Fig. 7 mit dem Einsatz eines einfachen Mikroprozessors dar. Solche Mikroprozessoren sind relativ preiswert und können alle in den Fig. 5 und 6 beschriebenen Funktionen erfüllen und übernehmen außerdem noch die Korrektur des anfänglich relativen Wegsignals auf dem Absolutweg mit Hilfe des großen Phasensignals sowie die Sensorausfallerkennung und Linearisierung des Feinsignals aus dem Sinussignal.

Hierzu werden dem Mikroprozessor 71 die Ausgangssignale bzw. die aufbereiteten Ausgangssignale S_1' , S_2' und S_3' der Sensoren 11, 12 und 13 zugeführt. Wie in der Fig. 7 angedeutet, geschieht dies für alle vier Stoßdämpfer des Fahrzeugs (VL-vorne links, VR-vorne rechts, HL-hinten links, HR-hinten rechts). Ausgangsseitig des Mikroprozessors 71 können dann die erwünschten Daten mittels einer seriellen Schnittstelle oder einer Parallelausgabe ausgelesen werden.

Bei der Verwendung eines Mikroprozessors ist es besonders vorteilhaft, intern in kurzen Zeitabschnitten (beispielsweise 2,8 ms) alle Eingänge einzulesen. Zusätz-

lich zu diesem zeitabhängigen Einlesen werden bei jedem Schnittpunkt der Eingangssignale U_{E1} ($S1'$) mit U_{E2} ($S2'$) alle Eingänge eingelesen. Es werden also spätestens alle 2,8 ms intern alle Eingänge eingelesen. Zusätzlich werden die Eingänge aber bei jedem erfaßten Schnittpunkt der Eingangssignale $S1'$ und $S2'$ eingelesen. Durch die Verwendung von externen Interrupt-Eingängen gelangt man quasi zu einem "Rückgewinn" von Rechenzeit, welche zur Weiterverarbeitung des Einfederweges und der Einfederweggeschwindigkeit genutzt werden kann. Hierdurch kommt es zu einer Rechnerentlastung eines möglichen nachgeschalteten Steuergerätes. Für die oben beschriebenen Auswerteeinrichtungen des erfundungsgemäßigen Meßsystems sind folgende Vorteile zu nennen:

- Spätestens nach einer Wegänderung von 2,8 mm nach "Power on" steht ein grobes analoges Wegsignal zur Verfügung.
- Freie Wahl des Meßbereiches der phasenbezogenen Wegposition (z. B. auf dem typischen beladungsabhängigen Einfederweg). Dadurch Erhöhung der Empfindlichkeit.
- Bessere gegenseitige Sensorausfallerkennung, da die Bezugsmarkenerkennung und die Wegmessung laufend Impulse liefert.
- Driftarme Phasenbezugsmarke durch Auswertung des Schnittpunktes zweier um 90 Grad versetzter Bezugssignale.
- Bei einer Anordnung nach Fig. 5 und 6 ist kein elektrischer Abgleich erforderlich. Dies bedeutet eine einfache Herstellung eines speziellen Auswerte-ICs.
- Wegfall der Totzeit gegenüber bisherigen Auswerteschaltungen (ca. 3 ms) zur Meldung des Geschwindigkeitsnulldurchgangs. Es ist eine genaue und schnelle Geschwindigkeitsnullpunkterkennung möglich. Die Umschaltungen der Dämpfungskarakteristik des Dämpfers sollte idealerweise im Einfedergeschwindigkeitsnulldurchgang erfolgen, was eine Verminderung der Umschaltgeräusche zur Folge hat.
- Geringer Stromverbrauch.
- Gute Dämpferanschlagerkennung möglich.
- Die Auswerteschaltung aller vier Wegsensoren kann durch einen einfachen Mikroprozessor ersetzt werden. Hierdurch ist eine kostengünstige Gesamtlösung möglich.
- Es kann eine sichere Triggerschwelle durch Offset-Drift-Kompensation erreicht werden. Hieraus resultiert eine sichere Sensorsignal auswertung.

In den Fig. 10a und 10b sind beispielhaft Anordnungen der beiden Zahnreihen der Kolbenstange zu sehen. Die Fig. 10a zeigt hierbei ein Schnittbild einer Kolbenstange für einen Einrohrdämpfer, während in der Fig. 10b ein Schnittbild einer Kolbenstange eines Zweirohrdämpfers an einer Vorderachse dargestellt ist. Mit dem Bezugszeichen 1004 ist die Zahnreihe bzw. der Zonenbereich zur Phasenmessung, und mit dem Bezugszeichen 1003 die Zahnreihe bzw. der Zonenbereich zur Wegmessung markiert. 1001 zeigt eine Einkerbung als Verdrehschutz für die Montage des Dämpfers im Fahrzeug. Gewinde zur Befestigung sind mit dem Bezugszeichen 1002 bezeichnet. Die Hauptrichtung für die Biegebelastung der Kolbenstange sind als Pfeile mit dem Bezugszeichen 1010 und der maximale Lenkwinkel α ist mit 1013 markiert.

Im folgenden soll anhand eines weiteren Ausführungsbeispiels die Verwendung des erfundungsgemäßigen Bewegungsmeßsystems bei einem Lenkwinkeldetektor erläutert werden.

Hierzu ist in der Fig. 11 schematisch die Aufsicht einer Lenkwelle 1100 eines Kraftfahrzeugs zu sehen. Eine solche Lenkwelle kann beispielsweise das von dem Fahrer des Fahrzeugs betätigte Lenkrad mit dem Lenkgelenk verbinden. Konzentrisch zu der Lenkwelle 1100 ist eine Metallochscheibe 1101 angebracht, auf der 2 Spuren aus gestanzten Löchern, die die schon beschriebenen Zonen 111 und 111' unterschiedlicher magnetischer Eigenschaften bilden. Die Spuren a und b sind dabei ebenfalls konzentrisch um die Lenkwelle 1100 als Kreisbahnen mit unterschiedlichen Radien um die Lenkwelle angeordnet.

Als weitere Ausführung kann ein konzentrisch um die Lenkwelle angeordneter Zylinder vorgesehen sein, auf dessen Oberfläche die Spuren ebenfalls als Kreisbahnen (jetzt mit gleichen Radien) um die Lenkwelle ausgebildet sind.

Wie in der Fig. 11 angedeutet, sind die die magnetischen Flußdichteänderungen erfassenden Sensoren 11, 12 und 13 fest mit dem Lenkgehäuse 1104 verbunden. Um einen konstanten Abstand der Sensoren 11, 12 und 13 zu den Zonen 111 und 111' bzw. zu der Lochscheibe 1101 zu gewährleisten, sind die Sensoren 11, 12 und 13 auf einen nicht dargestellten Schlitten angebracht, der auf der Metallscheibe 1101 gleitet. Hierdurch erhält man gleichmäßige Amplituden der Sensorsignale.

Bei der Betätigung der Lenkwelle bewegen sich die Zonen der Spuren a und b an den gehäusefest montierten Sensoren 11, 12 und 13 vorbei und verursachen die magnetischen Flußdichteänderungen.

Aquivalent zu dem schon beschriebenen Einfederwegsensor sind die Zonen der Spur b äquidistant angeordnet, während die Zonen der Spur a wenigstens in einem Teil der Spur a unterschiedliche Abstände aufweisen. Wie schon detailliert erläutert, gelangt man durch Zählen (Inkrementierung, Grobsignal U_{A1}) der Zonen der Spur b und durch analoge Auswertung der einzelnen Zonen der Spur b (Feinsignal U_{A2}) zu einer genauen Messung des überstrichenen Lenkwinkels ϕ .

Ebenso gelangt man in schon beschriebener Weise durch eine Auswertung der Phasenlage der Signale $S1'$ und/oder $S2'$ einerseits und dem Signal $S3'$ andererseits zu einer Absolutwinkelerkennung. Hierzu ist in der Fig. 12 im oberen Teil noch einmal der schon in der Fig. 9 gezeigte Verlauf des Phasensignal U_{A3} aufgezeigt, wobei in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel die Phasenbeziehung der Spuren a und b in dem Bereich oberhalb des Sollniveaus konstant gewählt wurde (Einfedern).

Demgegenüber wird im Falle des Lenkwinkeldetektors die Phasenlage der Spuren a und b in einem weiten Bereich nicht-konstant ausgelegt. Den Phasensprung, der vorteilhafterweise bei der Geradeausstellung des Lenkrades gewählt wird, erhält man wie im Fall des Einfederwegsensors durch Auslassen einer Zone bzw. einen 180° -Sprung der Spur a.

Insbesondere ist vorteilhaft die Phasenlage der Spuren a und b nicht-linear auszulegen, da die Genauigkeit der absoluten Lenkwinkelmessung von der Änderung der Phasenlage abhängt. Wie im mittleren Signalzug der Fig. 12 zu sehen ist, können die Phasenänderungen im Bereich des Lenkwinkels $\phi = 0^\circ$ (Geradeausfahrt) groß gewählt werden. Dies hat den Vorteil, daß bei hohen Fahrzeuglängsgeschwindigkeiten zwar kleine

Lenkwinkel getätigt werden, diese aber auf das Fahrverhalten markante Auswirkungen haben. Eine genaue absolute Lenkwinkeldetektierung ist also in diesem Bereich nötig. Für kleine Lenkwinkel bezüglich der Geradeausfahrt erhält man also vorab nach dem Einschalten des Systems ein präzises Grobsignal.

Innerhalb einer einzigen Umdrehung der Lenkwelle (+ 180° bis - 180°) erhält man also durch Auswertung des Phasensignals mit hoher Genauigkeit die absolute Stellung der Lenkwelle. Da aber die Lenkwelle bei einem Kraftfahrzeug im allgemeinen mehr als um 360° verdrehbar ist, ist eine weitere Anordnung nötig. Hierbei wird davon ausgegangen, daß die Lenkwelle 1100 z. B. für maximal vier Umdrehungen (+/- 720°) ausgelegt ist.

Hierzu ist in der Fig. 11 ein konzentrisch mit der Lenkwelle 1100 angebrachtes Zahnrad skizziert, in das ein Zahnrad 1102 eingreift. Der Kern dieser Idee besteht darin, daß die Größe des mit der Lenkwelle verbundenen Zahnrades und des Zahnrades 1102 derart gewählt sind, daß sich das Zahnrad 1102 bei beispielsweise vier vollständigen Umdrehungen (+/- 720°) der Lenkwelle 1100 um maximal eine halbe Umdrehung (+/- 90°) dreht. Dies kann gegebenenfalls mit einem Zwischenzahnrad, also mittels eines Getriebes zwischen der Lenkwelle 1100 und Zahnrad 1102 erreicht werden. Auf dem Zahnrad 1102 ist nun konzentrisch ein Magnet 1103 angebracht, dessen Magnetfeld mittels eines am Lenkgehäuse 1104 und zentrisch zum Zahnrad 1103 angebrachten Sensors 1105 (Ausgangssignal S4', Fig. 7) gemessen wird. Man gelangt so zu dem in der Fig. 12 dargestellten Signal UA4. Der Sensor 1105 kann, ebenso wie der Sensor 13 in dem in der Fig. 2 beschriebenen Ausführungsbeispiel, sehr einfach (geringe Auflösung) und preiswert aufgebaut sein, da er lediglich zur Ermittlung des Grobsignal UA4 herangezogen wird, das angibt, in welchem Umdrehungsbereich sich die Lenkwelle 1100 befindet. Das Grobsignal UA4 ist in dem unteren Bereich der Fig. 12 zu sehen.

Zusammenfassend sind folgende Vorteile eines Getriebes mit Dauermagneten und Hall-Winkelsensoren zu nennen:

- Es ist kein mechanischer Endanschlag vorhanden, welcher zur eventuellen Zerstörung des Lenkwinkelgebers führen könnte.
- Eine falsche Montagejustierung kann einfach erkannt werden bzw. es kann ein Prüfausgang für die Einstellung der Geradeausfahrt bei der Montage vorgesehen werden. Dies ist in der Fig. 7 als Prüfausgang eingezzeichnet. Bei einem Lenkwinkelmeßsystem kann an diesem Ausgang beispielsweise das Signal 1 für einen Lenkeinschlag rechts von der Geradeausstellung und das Signal 0 für einen Lenkeinschlag links von der Geradeausstellung anliegen.
- Es kann auch eine selbsttätige Korrekturgrößenbildung, beispielsweise bei lernenden Systemen, vorgesehen werden.

Patentansprüche

60

1. Bewegungsmeßsystem für eine Einrichtung mit zwei gegenseitig verschiebbaren Körpern (141, 147, 1100, 1101 und 145, 146, 1104) zur Erfassung von Bewegungen des ersten Körpers gegenüber dem zweiten Körper, wobei

- der erste Körper (141, 1101) Zonen (111, 111') aufweist, die unterschiedliche magne-

tische Eigenschaften besitzen, und

- die Zonen (111, 111') in wenigstens einer Spur (b) angeordnet sind, und
- wenigstens eine Sensoreinheit (11, 12) vorgesehen ist, die relativ zu dem zweiten Körper (145, 146, 1104) unbeweglich angeordnet ist und die durch die Zonen (111, 111') der Spur (b) verursachten magnetischen Flußdichteänderungen während der Relativbewegungen der beiden Körper erfaßt und entsprechende wenigstens erste Signale (S1', S2') abgibt, und
- Auswerteeinheiten (120) vorgesehen sind, mittels der

— zur Bildung eines Grobsignals (UA1) zur Bestimmung der relativen Verschiebung der beiden Körper die Anzahl der bei einer Relativbewegung der beiden Körper durch eine Sensoreinheit (S1', S2') erfaßten Zonen (111, 111') ermittelt wird (inkrementale Auswertung), und

— zur Bildung eines Feinsignals (UA2) zur Bestimmung der relativen Verschiebung der beiden Körper der Verlauf der durch einzelne Zonen (111, 111') verursachten magnetischen Flußdichteänderungen erfaßt wird (analoge Auswertung) und die relative Verschiebung der beiden Körper aufgrund des Grob- und Feinsignals bestimmt wird.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

- die Zonen (111, 111') in wenigstens einer weiteren Spur (a) angeordnet sind, und
- wenigstens eine Sensoreinheit (13) vorgesehen ist, die relativ zu dem zweiten Körper (145, 146, 1104) unbeweglich angeordnet ist und die durch die Zonen (111, 111') der weiteren Spur (a) verursachten magnetischen Flußdichteänderungen während der Relativbewegungen der beiden Körper erfassen und entsprechende zweite Signale (S3') abgibt, und
- die Zonen (111, 111') in wenigstens einem Teil der weiteren, ersten Spur (a) in unterschiedlichen Abständen zueinander und in der anderen, zweiten Spur (b) in gleichen Abständen zueinander angeordnet sind, und
- Auswerteeinheiten (120) vorgesehen sind, mittels der die absolute Stellposition der beiden Körper zueinander aufgrund einer Auswertung der Signale (S1', S2', S3') bestimmt wird.

3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheiten (120) derart ausgelegt sind, daß ein die Phasenlage zwischen den ersten Signalen (S1', S2') und den zweiten Signalen (S3') repräsentierendes Phasensignal (UA3) zur Ermittlung der absoluten Stellposition der beiden Körper zueinander gebildet wird, wobei die ersten Signale (S1', S2') die durch die zweite Spur (b) verursachten magnetischen Flußdichteänderungen repräsentieren, und die zweiten Signalen (S3') die durch die erste Spur (a) verursachten magnetischen Flußdichteänderungen repräsentieren.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung als Aufhängungssystem eines Kraftfahrzeugs ausgebildet ist, das als zweiten Körper einen Zylinder (145, 146)

und als ersten Körper ein in dem Zylinder mit einer Kolbenstange (141, 110, 111, 112, 113) beweglich angeordneten Kolben (147) aufweist, wobei die Kolbenstange in ihrem Längsverlauf die wenigstens zwei Zonen (111, 111') mit unterschiedlichen 5 magnetischen Eigenschaften aufweist.

5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenstange aus zwei ineinandergerollten oder ineinandergesteckten Rohren (110, 112) oder aus einem in ein Rohr gesteckten 10 oder geschaubten Massivstab gebildet wird, wobei die beiden Rohre oder das Rohr und der Massivstab aus Materialien bestehen, die unterschiedliche magnetische Eigenschaften aufweisen, und zur Bildung der Zonen (111, 111'). 15

- das äußere Rohr (110) mit einem Innengewinde und/oder das innere Rohr (112) oder der Massivstab mit einem Außengewinde (111) oder

- das äußere Rohr (110) an seiner Innenseite 20 und/oder das innere Rohr (112) oder der Massivstab an seiner Außenseite mit ringförmigen Einkerbungen

versehen ist.

6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erlangung der Spuren (a, b) je nach Ausgestaltung des Innen- und Außenrohrs (110, 112) das Innen- und/oder das Außengewinde und/oder eine oder beide der ringförmigen Einkerbungen in der Längsrichtung der Kolbenstange eine 30 Asymmetrie aufweist oder aufweisen.

7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung als Lenkwinkeldetektor bei einem Kraftfahrzeug ausgebildet ist, wobei der erste Körper (1101) mit einer 35 Lenkwelle (1100) betriebsverbunden ist und der zweite Körper als ein mit dem Fahrzeug verbundenes Lenkgehäuse (1104) ausgebildet ist.

8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spuren (a, b) auf einer konzentrisch um 40 die Lenkwelle (1100) angeordneten Metallscheibe (1101) als Kreisbahnen mit unterschiedlichen Radien um die Lenkwelle verlaufen oder oder die Spuren (a, b) auf einer konzentrisch um die Lenkwelle (1100) angeordneten Zylinderfläche verlaufen. 45

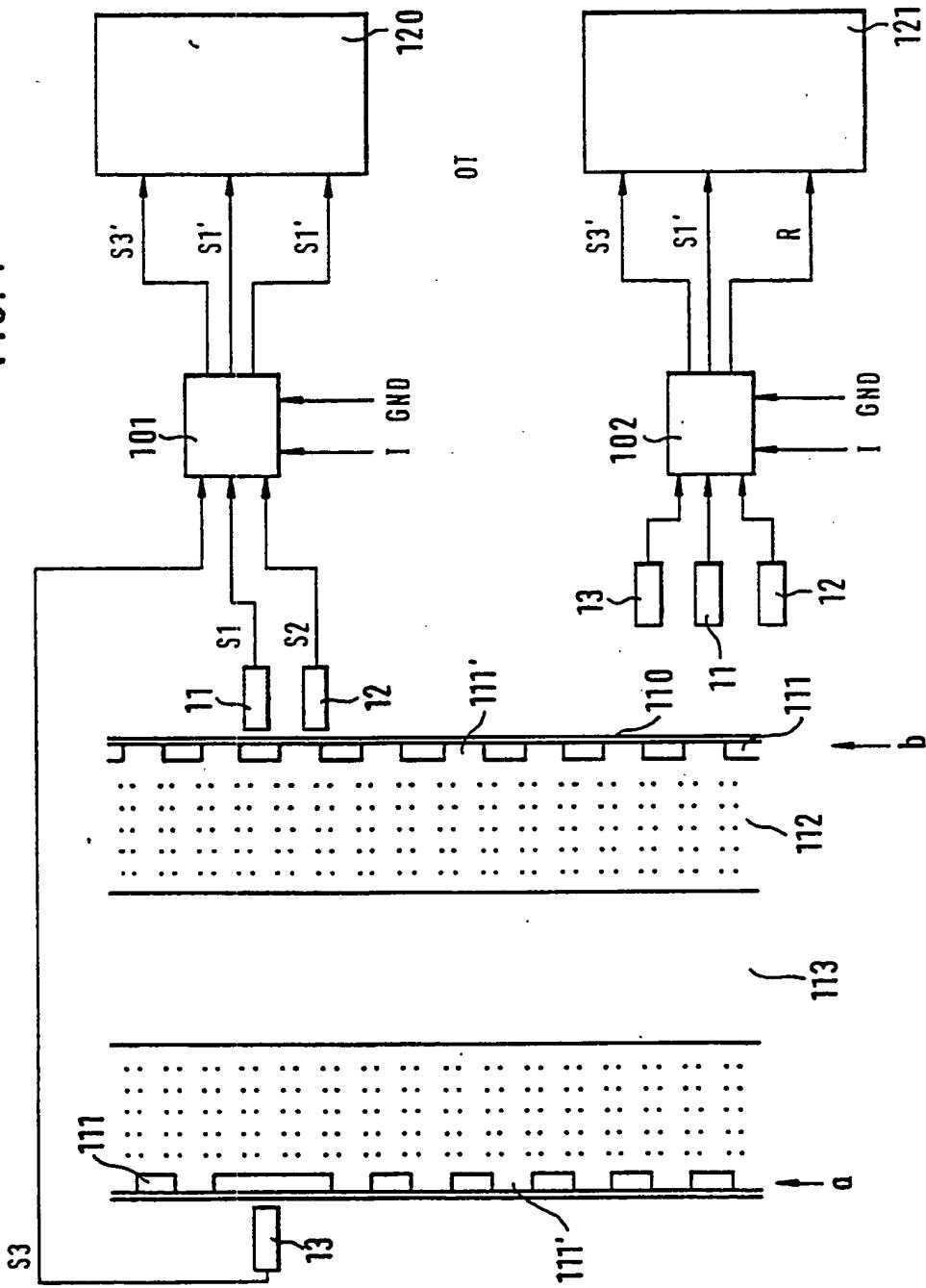
9. System nach Anspruch 1, 4 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß erste Auswerteeinheiten (101, 120, 102, 121) vorgesehen sind, mittels der aus den ersten Signalen (S₁', S₂'), die die durch die Zonen (111, 111') der zweiten Spur (b) verursachten 50 magnetischen Flußdichteänderungen repräsentieren, die Verschiebung der Körper und/oder die Verschiebungsgeschwindigkeit der Körper ermittelt wird.

10. System nach Anspruch 1, 4 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß Sensoreinheiten (11, 12), die die durch die Zonen (111, 111') der zweiten Spur (b) verursachten magnetischen Flußdichteänderungen erfassen, derart angeordnet sind, daß sie bei einer Verschiebung der Körper die Flußdichteänderungen zeitlich versetzt erfassen und zweite Auswerteeinheiten (101, 120, 102, 121) vorgesehen sind, mittels der die zeitlich versetzt erfaßten Flußdichteänderungen miteinander zur Bestimmung der relativen Bewegungsrichtung der Körper verglichen 65 werden. 55 60 65

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1



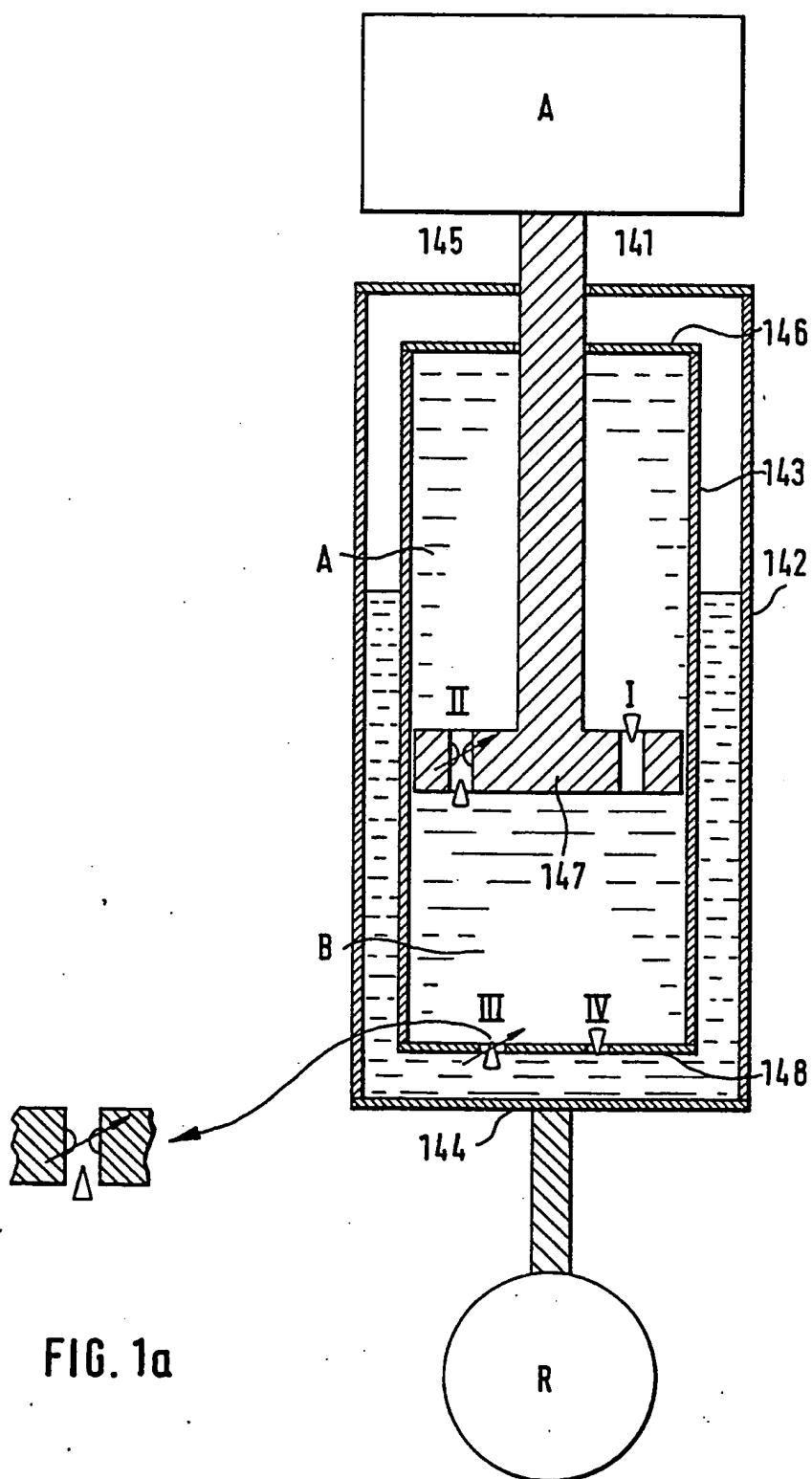


FIG. 1a

FIG. 2

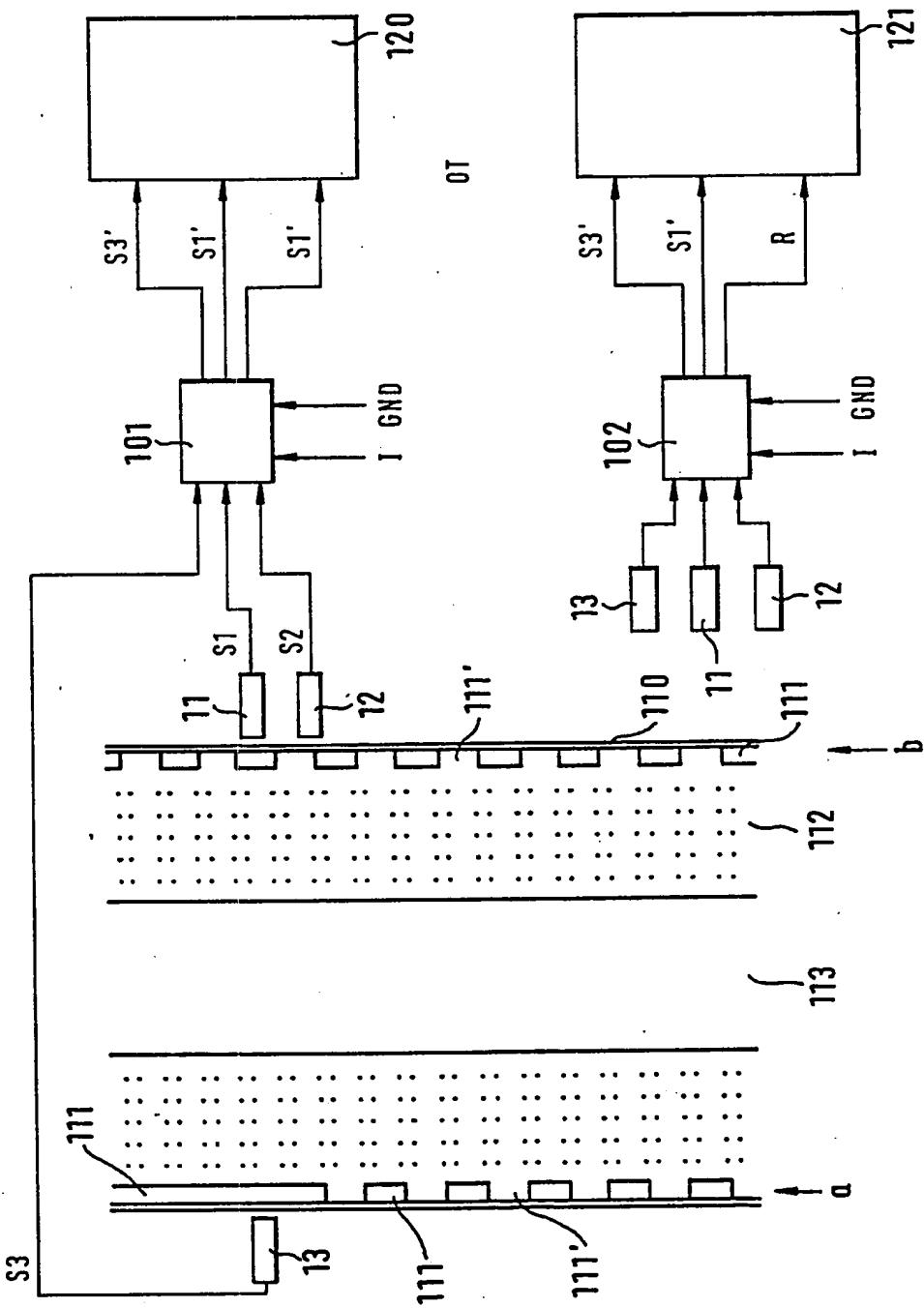
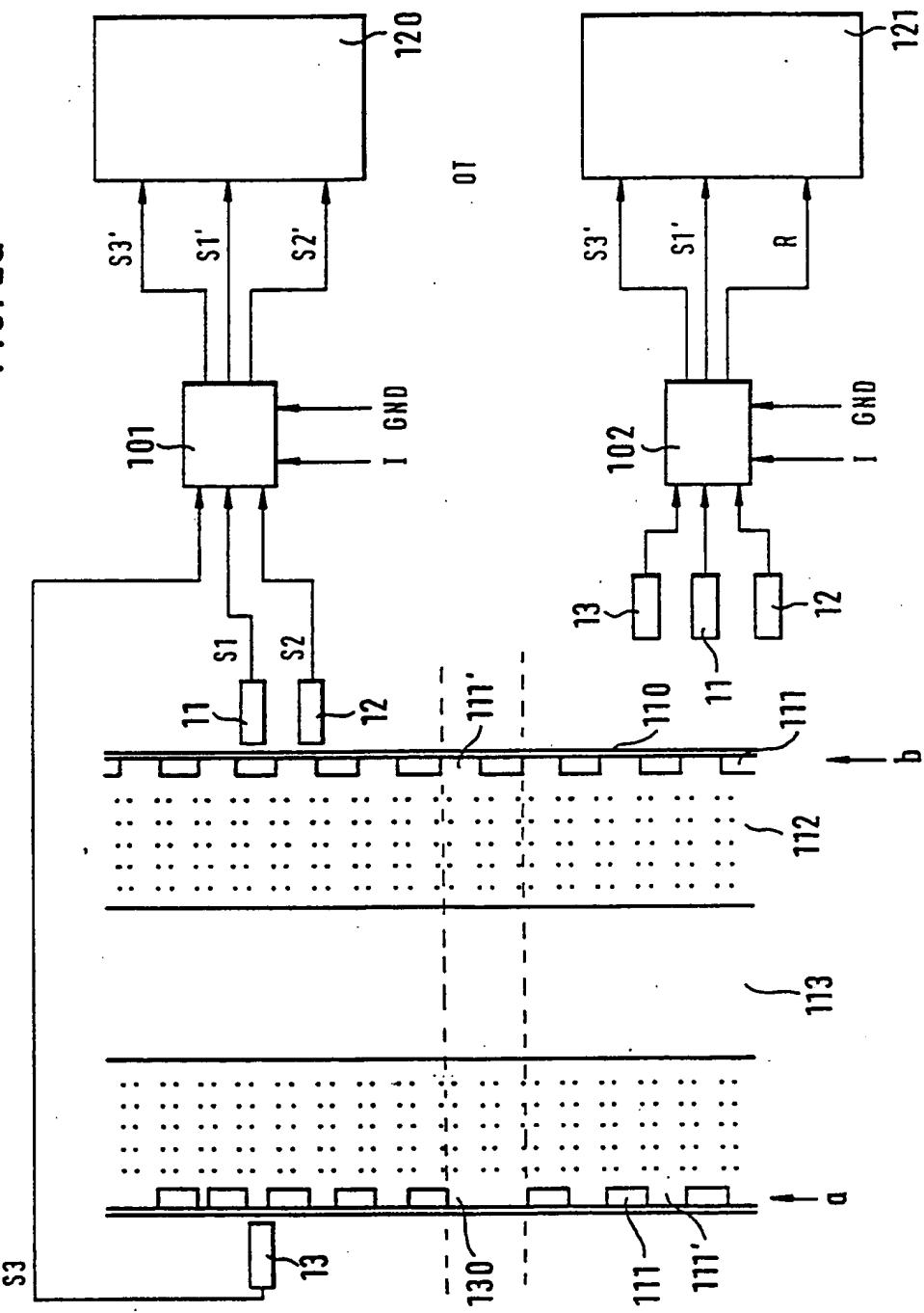


FIG. 2a



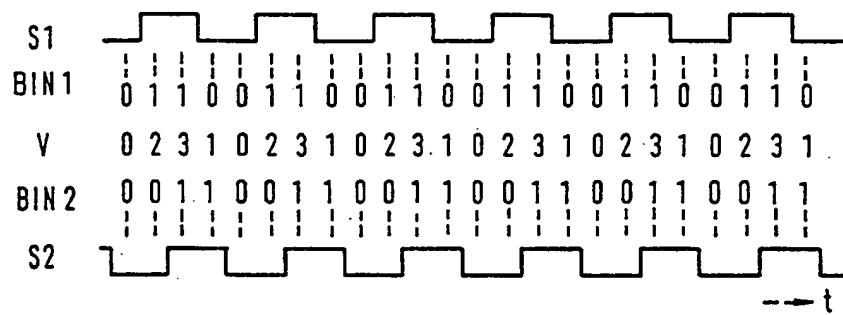


FIG. 3a

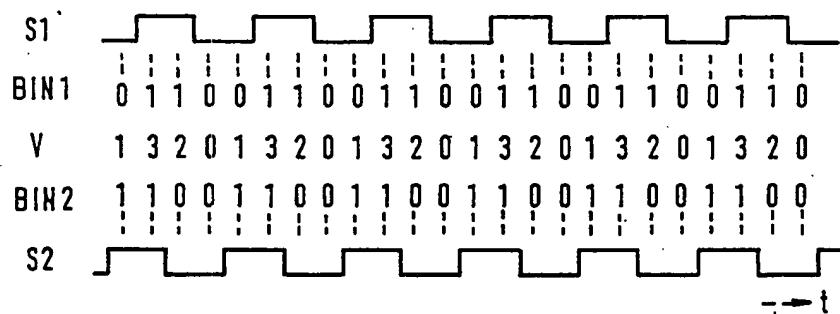


FIG. 3b

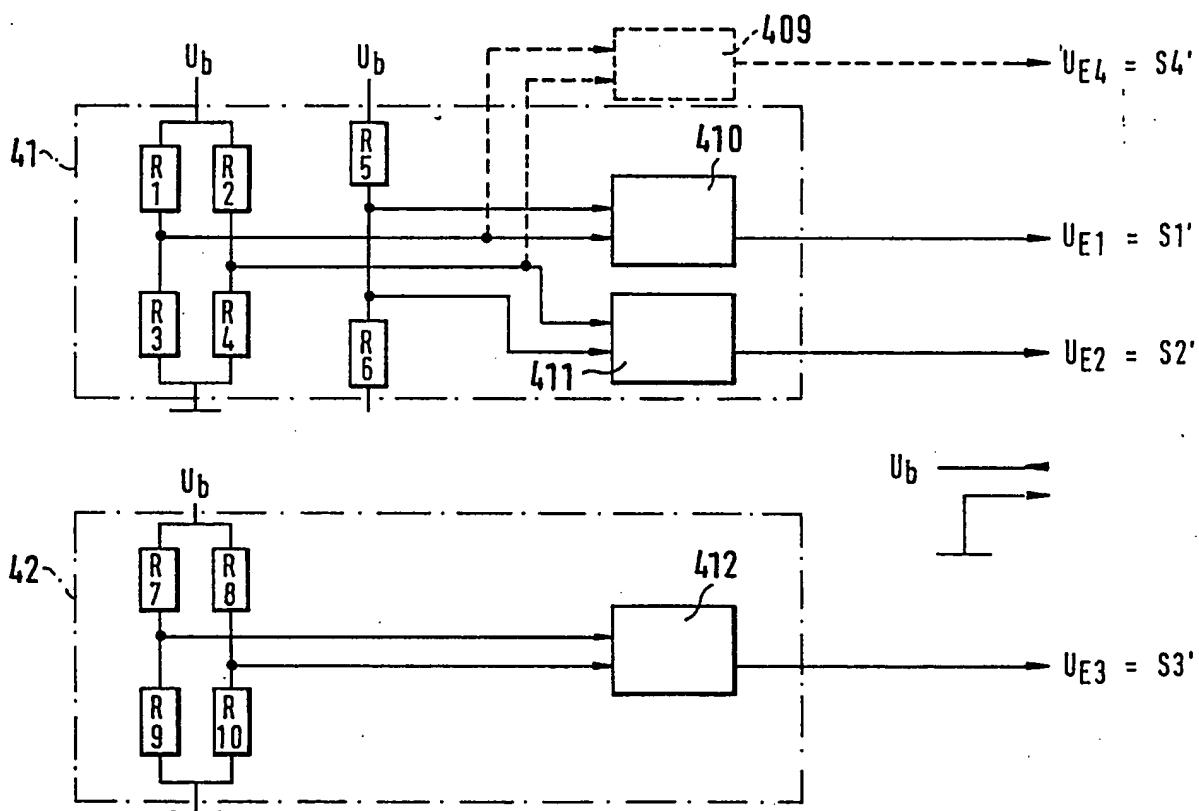


FIG. 4

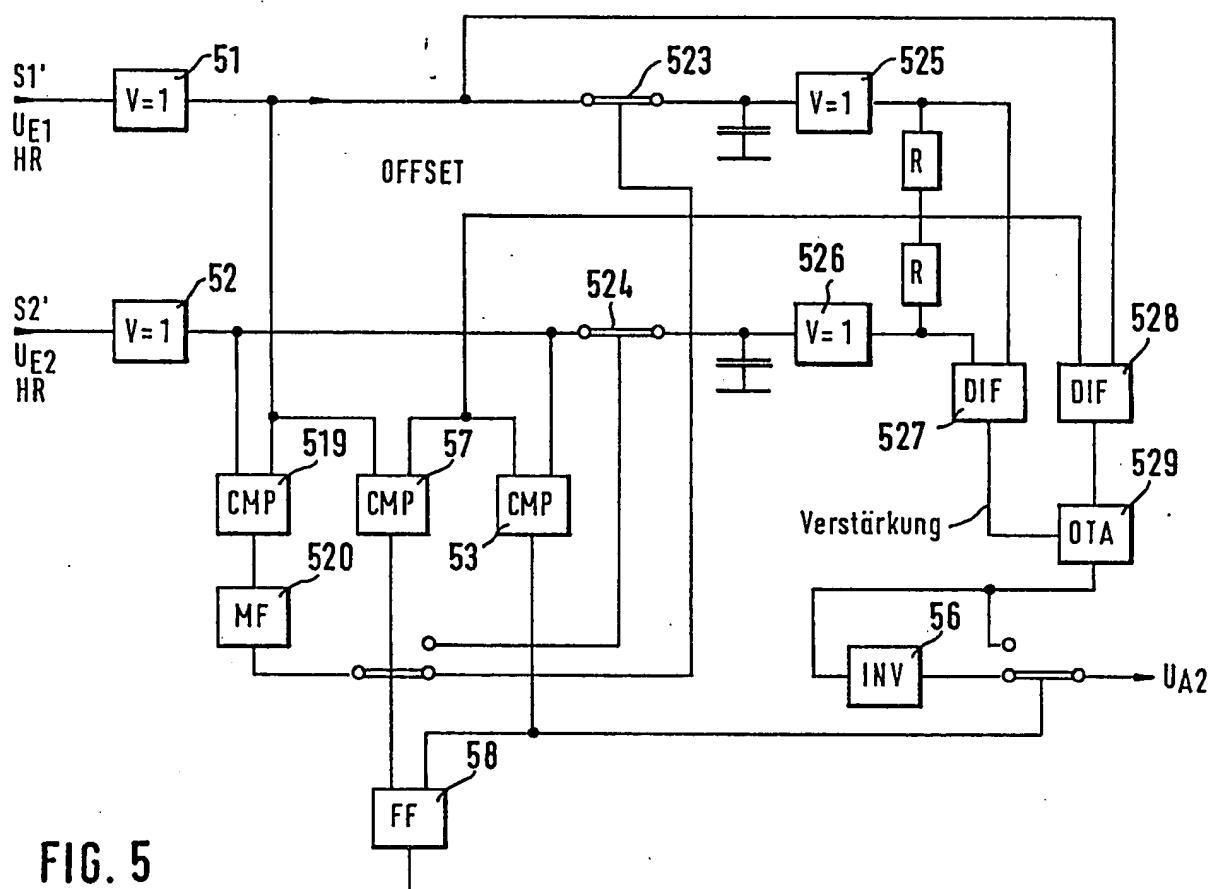


FIG. 6

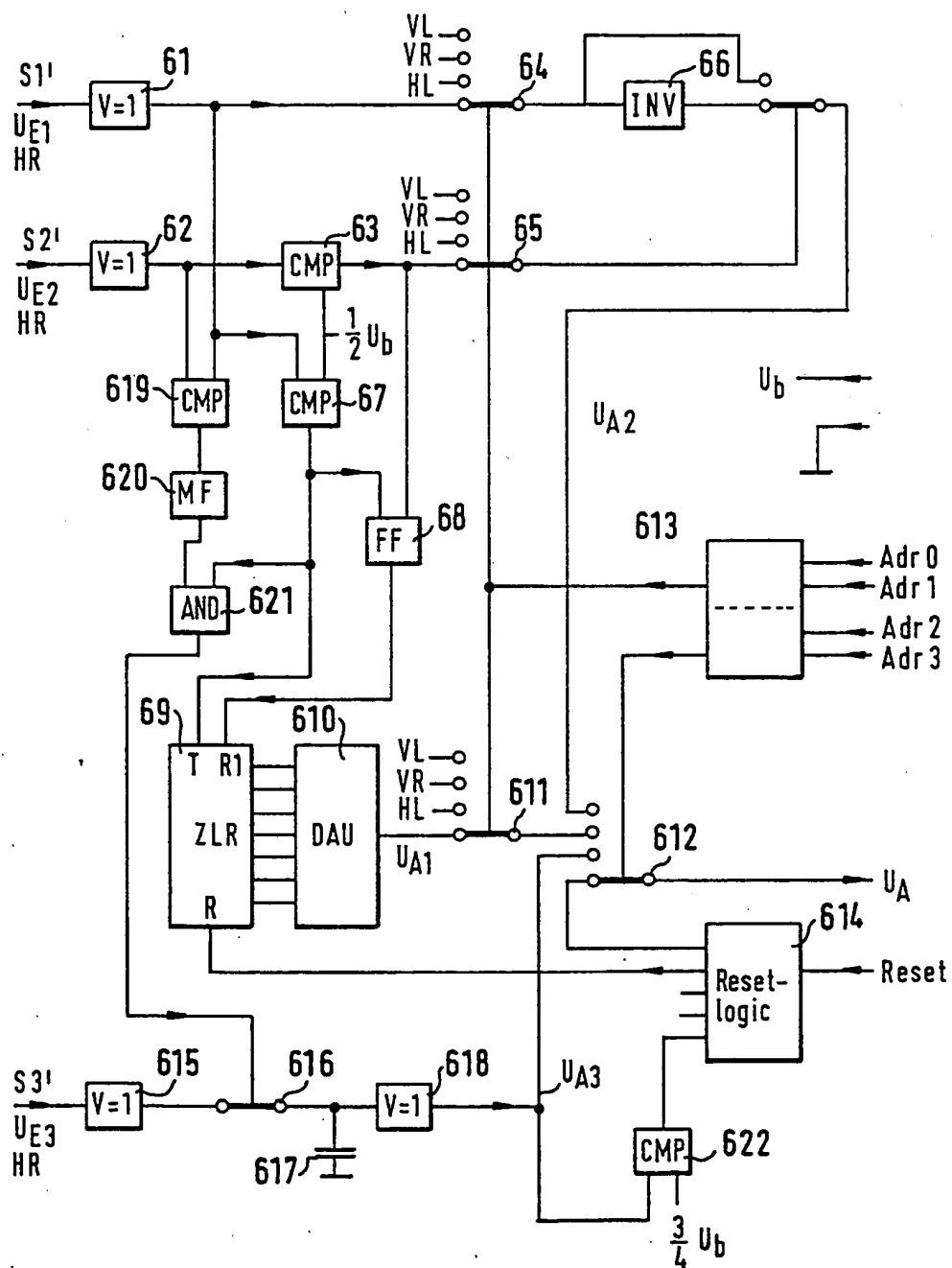


FIG. 7

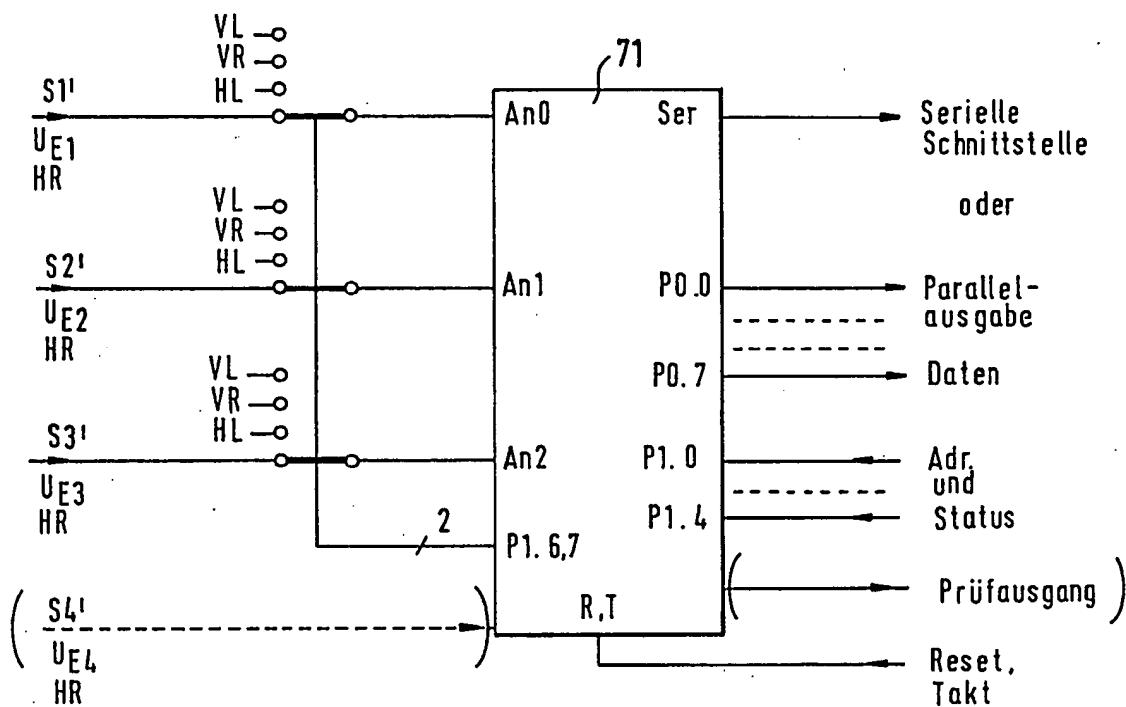


FIG. 8

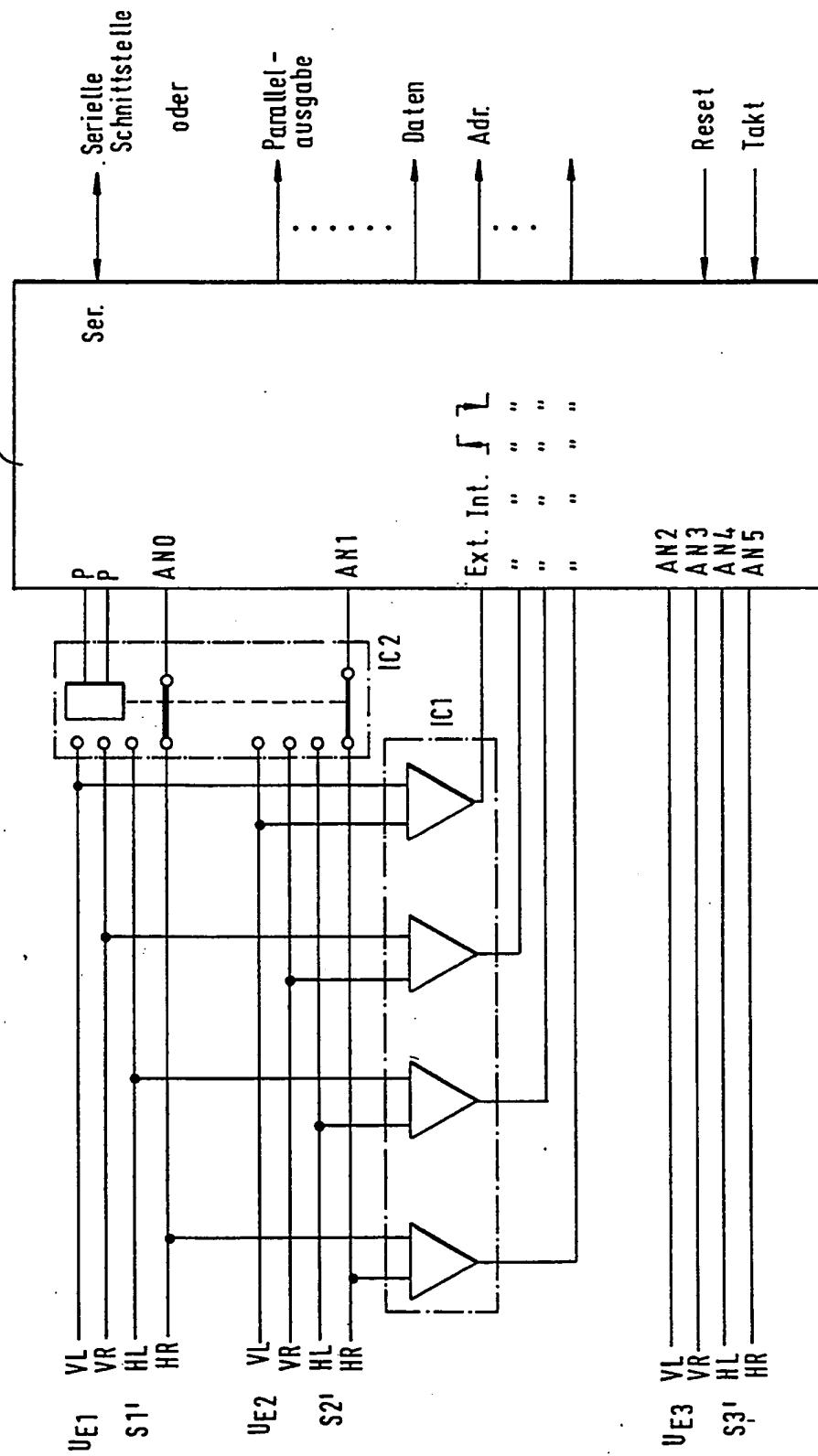


FIG. 9

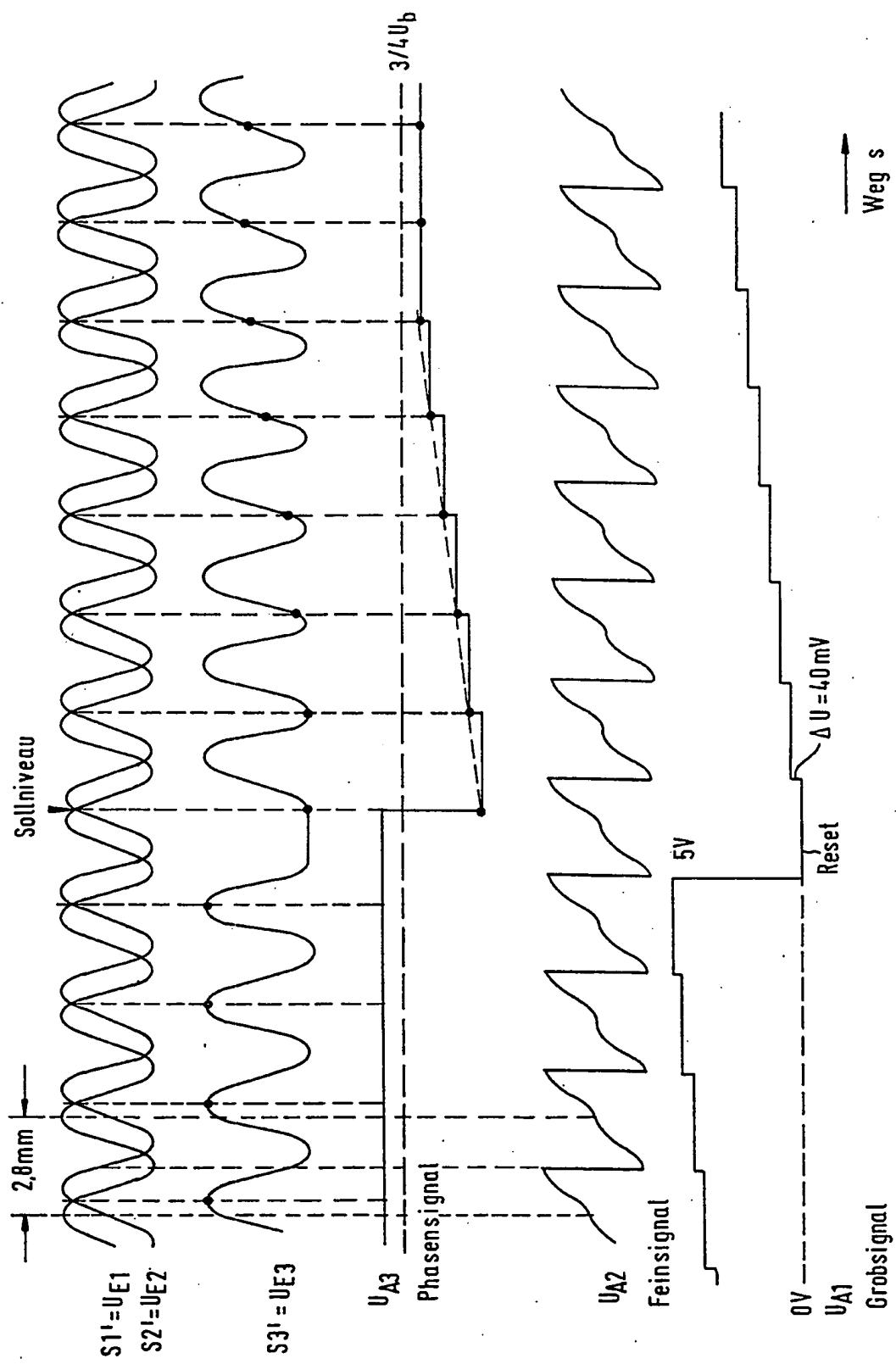


FIG. 10a

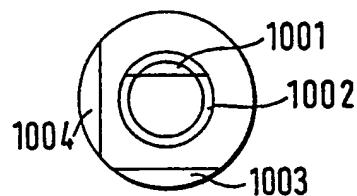
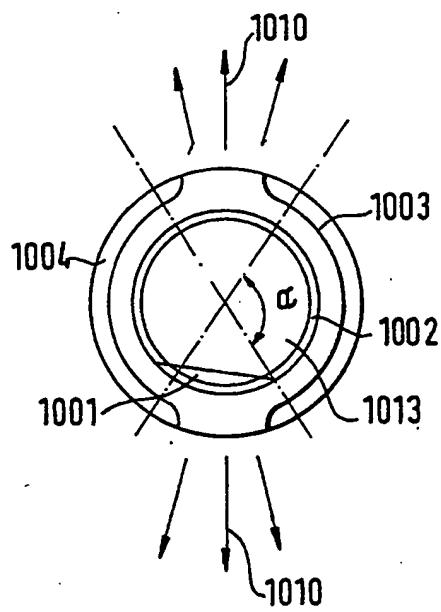
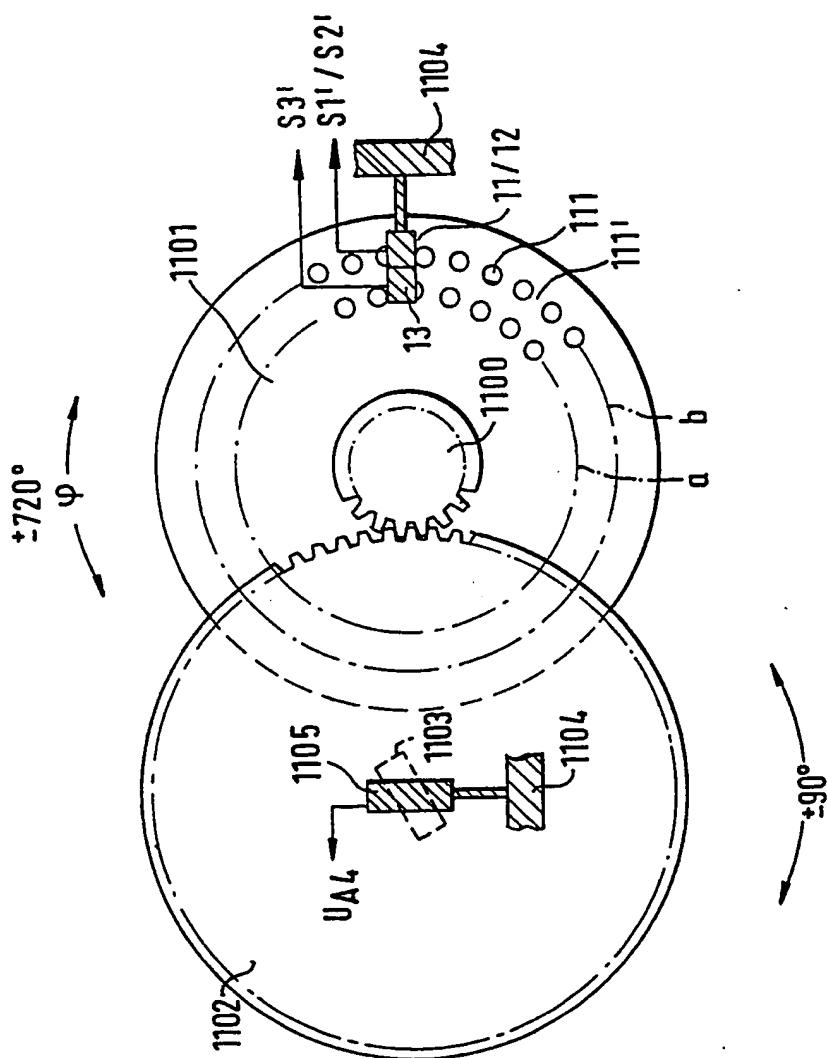


FIG. 10b





三
二
一

FIG. 12